



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico  
económica de aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca  
km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Tenorio Segura, Leila (ORCID: 0000-0001-7763-2311)

Zegarra Flores, Jair Ronaldo (ORCID: 0000-0001-7029-4145)

**ASESOR:**

Mg. Benites Chero, Julio César (ORCID: 0000-0002-6482-0505)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios todo poderoso por la bendición a diario y a lo largo de nuestras vidas y sobre todo por guiarnos por el camino correcto.

A nuestros padres por haber sido el soporte económico y emocional durante el transcurso de nuestra carrera profesional pues sin ellos no lo hubiéramos logrado, y de parte mía (Leila Tenorio Segura) dedicar con todo mi corazón a mi madre en el cielo por guiarme y cuidarme durante toda mi vida. Y en general dedicar a nuestra familia por la confianza y apoyo.

## **Agradecimiento**

Queremos empezar agradeciendo a Dios por permitirnos llegar hasta estas instancias, a nuestros padres por el apoyo y la confianza incondicional brindadas en este periodo universitario de nuestras vidas, a nuestros hermanos por el apoyo emocional y en general a nuestra familia por estar siempre pendientes de nuestro bienestar.

A nuestros docentes en general por las enseñanzas brindadas durante toda la etapa universitaria y nuestra amiga Flor Bustamante Salazar por la paciencia, confianza y amistad, estando en los momentos difíciles y ayudándonos a superar adversidades.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras. ....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de investigación.....	13
3.1.2. Enfoque de la Investigación. ....	13
3.1.3. Diseño de investigación. ....	13
3.2. Variables y operacionalización. ....	13
3.2.1. Variables. ....	13
3.3. Población, muestra y muestreo. ....	14
3.3.1. Población. ....	14
3.3.2. Muestra. ....	14
3.3.3. Muestreo. ....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	15
3.5. Procedimientos. ....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN. ....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS.....	47

## Índice de tablas.

Tabla 1: Carretera Tacabamaba – Peña Blanca, relación de carreteras de influencia del área de estudio por kilometraje, 2020. ....	14
Tabla 2: Carretera Tacabamba – Peña Blanca, relación de comunidades por cantidad de habitantes y actividades económicas, 2020.....	15
Tabla 3: Ensayos de mecánica de suelos para la elaboración de la investigación. ....	16
Tabla 4: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, mediante agrupación de material por tipo de suelo, marzo 2021.....	18
Tabla 5: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, por medio de características físicas por aglomerante natural, marzo 2021.....	21
Tabla 6: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, pesos del suelo natural y de los aglomerantes por distintos porcentajes, marzo 2021. ....	22
Tabla 7: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de permeabilidad mediante el mejor aglomerante y %, marzo 2021. ....	26
Tabla 8: Carretera Tacabamba a Peña Blanca, costos unitarios de los aglomerantes naturales, mayo 2021.....	27

## Índice de figuras.

Figura 1: Diagrama de flujo de estudio. ....	17
Figura 2: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor Modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca del suelo natural de la calicata N°10, marzo 2021. ....	20
Figura 3: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, mediante estudio de CBR del suelo natural, resumen al 95% y 100%, marzo del 2021. ....	20
Figura 4: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021. ....	22
Figura 5: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°07, marzo del 2021. ....	23
Figura 6: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por diferentes calicatas adicionándole cal en diferentes porcentajes, marzo 2021. ...	24
Figura 7: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por diferentes calicatas adicionándole cal en diferentes porcentajes, marzo 2021. ...	24
Figura 8: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por diferentes calicatas adicionándole yeso en diferentes porcentajes, marzo 2021. ...	25
Figura 9: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por diferentes calicatas adicionándole yeso en diferentes porcentajes, marzo 2021. ...	25
Figura 10: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado, por comparación de aplicación de cal al 5% y yeso al 4.5%, calicata n°07, marzo 2021. ....	28
Figura 11: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95%, por comparación de aplicación de cal al 5% y yeso al 4.5%, marzo 2021. ....	28

## **Resumen**

Basándose en la problemática que se vive hoy en día por falta de buenas carreteras, ocasionadas por diferentes agentes meteorológicos, inestabilidad, fallas, entre otros, esta investigación se realiza con el fin de estabilizar los suelos con aglomerantes naturales para aumentar las propiedades de resistencia en una trocha carrozable poco transitada.

El fin que persigue esta investigación es aplicada ya que se propone una alternativa para la estabilización de suelos cohesivos.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico económica de aglomerantes naturales, para mejorar las propiedades, características, permeabilidad del suelo en la carretera de estudio y establecer el aglomerante más económico para disminuir los costos de aplicación. Dando como resultado que el 5% de cal mejora la capacidad de soporte del suelo natural en 53.6% de CBR y el 4.5% de yeso mejora 39.63% del CBR. Por lo que se llegó a la conclusión que adicionando 5% de cal aumenta sus propiedades de resistencia, por lo que también este aglomerante es más económico en su aplicación.

Palabras clave: estabilización de suelos, cal, yeso, resistencia.

## **Abstract**

Based on the problems that are experienced today due to the lack of good roads, caused by different meteorological agents, instability, failures, among others, this research is carried out with the purpose of stabilizing soils with natural binders to increase the resistance properties in a little-traveled dirt road.

The purpose of this research is applied since it proposes an alternative for the stabilization of cohesive soils.

The objective of this research was to determine the stabilization of cohesive soils through technical and economic evaluation of natural binders, to improve the properties, characteristics and permeability of the soil on the road under study and to establish the most economical binder to reduce application costs. As a result, 5% lime improves the bearing capacity of the natural soil by 53.6% of the CBR and 4.5% gypsum improves 39.63% of the CBR. Therefore, it was concluded that the addition of 5% lime increases its resistance properties, so that this binder is also more economical in its application.

Keywords: soil stabilization, lime, gypsum, strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática.**

A nivel internacional los suelos carecen de propiedades de resistencia, lo cual no garantiza una estabilidad al suelo, esto se debe a la mala la calidad de material propio convencional que tiene los diferentes tipos suelo. Es así que, en Colombia, Parra (2018 p. 10), hace mención a que en muchas oportunidades los suelos no muestran las mejores propiedades en su empleo, deteriorándose con gran facilidad a causa de los cambios climáticos constantes.

Las propiedades del suelo son demasiado bajas, debido a que no se realiza un análisis o estudio para la verificación de la resistencia del suelo a nivel de subrasante, siendo esta la parte principal de la estructura del suelo.

Las carreteras a nivel nacional se encuentran en un estado de decaimiento por falta de buenos proyectos, algunas zonas de la sierra peruana son afectadas por las constantes lluvias, provocando el desgaste superficial del suelo y a la vez ocasionando que este pierda material propio, por lo que los pobladores se ven afectados al no poder transportar su agricultura lo cual es el sustento del día a día impidiendo el crecimiento de su economía. Tal es así que, en la región Puno, Palli (2015 p. 16), dice que actualmente las vías se encuentran en un estado deficiente, siendo causadas por el tráfico, tanto peatonal como vehicular, además de las fuertes lluvias, estos problemas ocasionan que la población tome otra alternativa de exportación de productos ya que estos generan gastos económicos y de tiempo.

La estabilización es un proceso que ayuda a aumentar las propiedades del suelo, donde estos se harán más accesibles, desarrollando estabilidad para así disminuir dificultades en obras viales. Cuando las características geotécnicas del suelo no son aptas, es imposible realizar un proyecto viable, puesto que es una obligación someter a un procedimiento de mejora a dicho suelo.

Por lo que, en la región Cajamarca, Jara (2014 p.1), nos dice que en esta región los suelos son mayormente arcillosos de baja y alta plasticidad, por lo que estas no cumplen con los requisitos normados en el RNE para realizar estructuras y ningún otro tipo de obra civil.

La carretera que lleva a la comunidad de Peña Blanca está situada en el distrito de Tacabamba, Chota, Cajamarca, esta comunidad es conocida por exportar sus cultivos, por lo que la carretera tiene que mantenerse en buen estado para que sus pobladores puedan trasladar sus cultivos. La problemática de esta investigación es referente a la presencia de dificultades por sus constantes lluvias, así como la mayoría de carreteras de la región las cuales presentan fallas en épocas de lluvia como la inaccesibilidad y la erosión, así como la intransitabilidad de la carretera y el decaimiento de la economía con respecto a la comunidad agrícola.

## **1.2. Formulación del problema.**

¿De qué manera influye en la estabilización de suelos cohesivos la evaluación técnica y económica de los aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca?

## **1.3. Justificación del estudio.**

El presente proyecto de investigación se justifica de manera **técnica** al optar por nuevas opciones de aplicación para mejorar la estabilización del suelo de una vía no pavimentada, además se justifica de manera **social** la contribución a los ingenieros y futuros ingenieros, que buscan probar diferentes opciones de procedimientos para solucionar las vías no pavimentadas, mejorando la transitabilidad de la carretera. Por otro lado, también se justifica de forma **económica** la reducción de los gastos de mantenimiento ocasionados por las constantes lluvias y así mejorar su tiempo de servicio. Otro punto muy importante es la justificación **ambiental**, puesta que disminuye el impacto ambiental, por lo que la población tendrá mejores condiciones de salud.

## **1.4. Objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo principal.**

- Determinar la estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico económica de aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Describir las características geotécnicas del suelo cohesivo de la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca

- Reconocer técnicamente la resistencia del suelo cohesivo en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Identificar las características físicas de los aglomerantes naturales de la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Aplicar los aglomerantes naturales mediante porcentajes de cal (3%, 5%, 7%) y yeso (1.5%, 3%, 4.5%) en la estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Demostrar los efectos de la permeabilidad del suelo cohesivo estabilizado con la incorporación de aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Determinar económicamente el costo unitario de la estabilización con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.
- Proponer la dosificación ideal de los aglomerantes naturales en la estabilización de suelos cohesivos en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.

### **1.5. Hipótesis**

La incorporación de aglomerantes naturales influye de manera significativa en la evaluación técnica y económica incrementando la resistencia del suelo y reduciendo sus costos en la aplicación de la estabilización de suelos, carretera Peña Blanca km. (0+000 – 10+100) Tacabamba Cajamarca.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Trabajos previos.

Los estudios de suelos se realizan con diferentes tipos de aglomerantes ya que no todos los suelos poseen las mismas propiedades, la mayoría de ciudades del mundo mayormente utilizan cal o yeso, ya que este aglomerante natural da mayor resistencia y durabilidad a la carretera o zona de estudio. Es así que algunos autores nos hacen referencia en sus investigaciones siguientes.

En la ciudad de Damasco, Siria, (Al-Sawaidani, Hammoud y Meziad, 2016), en su artículo científico “Effect of adding natural pozzolana on geotechnical properties of lime-stabilized clayey soil” se propuso investigar el complemento de la puzolana natural en algunas propiedades geotécnicas de los suelos cohesivos estabilizados con cal (p.715). Llego a plantearse la problemática, que en Siria existe una gran cantidad de suelo arcilloso donde la mayoría se encuentra en la parte suroeste (p.715). Donde se llegó a la conclusión que el uso de puzolana natural sola más un 4% de cal transforma el suelo de un CH a un suelo MH (p. 722).

Igualmente, en la ciudad de Chittagong, Bangladesh, (Ashraf, Hossen, Ali y Chakaraborty, 2018), en su artículo científico “Stabilization of soil by mixing with diferente percentages of lime” tienen como objetivo demostrar el rendimiento de la cal con dos tipos distintos de suelos: suelo montañoso de Khulshi, área y suelo de arrozales de South Salimpur dentro de la ciudad (p.1). El principal problema se da en los suelos de los arrozales ya que cuenta con una gran cantidad de limos, con una pequeña cantidad de arcilla y los suelos de las colinas en su mayoría son arena fina suelta con algo de acilla y limo (p.1). Llegando a la conclusión que la resistencia del suelo se incrementó con el aumento en el porcentaje de cal a un cierto límite; asimismo, se encontró que la resistencia aumento con respecto al período de curado; en el suelo de los arrozales al agregarle 8% de cal al suelo esta llega a su máxima resistencia a la compresión, mientras que en suelos montañosos solo se necesita el 6%; se llegó a conocer que se necesita menos cal para estabilizar suelos arenosos montañosos que en los suelos limosos de arrozales (p.9)

Además, en la ciudad de Tiruchangode, India, (Suresh, Mukes y Karthikeyan, 2018), en su artículo científico “Soil estabilización using lime” se propusieron

investigar el efecto del óxido de calcio incrementando la capacidad de carga del suelo (p.26). Donde el principal problema es la variación del suelo ya que esto clasifica la capacidad de carga (p.26). Es por eso que los autores llegaron a la conclusión que los límites que dan soporte al suelo pueden aumentar de manera efectiva hasta un límite requerido gracias a la estabilización; también ayuda a la firmeza del suelo, incrementando así la capacidad de soporte del terreno; por otro lado, es más económico incrementar la capacidad de carga del suelo (p.27).

Incluso, en Nadu, India, (Jijo, Graham, Kumar y Madhu, 2018), en su artículo científico "Pozzolanic benefit of fly ash and steel slag blends in the development of uniaxial compressive strength of lime stabilized soil". Tiene como objetivo ver los beneficios puzolánicos que resultaron de la modificación de la estabilización de la cal y los residuos sólidos (p.8). Su principal problema es la baja resistencia del suelo que depende de productos sementados (p.9). Llegando a concluir que se puede conseguir una ganancia en su resistencia que pasa de 3.5% a un 15% en la estabilización de suelo (p.19).

Asimismo, en Nigeria, (Afolayan, 2017), en su artículo científico "Evaluation of the effect of lime and cement on the engineering properties of selected soil in a university in Southwestern Nigeria". Se propuso estudiar la diversificación del contenido de humedad de las muestras de ensayo en porcentajes de contenido de humedad óptima incluido durante el proceso (p.1). Teniendo como principal problema el suelo laterítico es frágil por su baja resistencia para soportar cargas debido a su compresión al momento que se le aplican cargas (p.1). Concluyendo que el CBR incrementa con el aumento en la suma de cemento, pero se observó que tiene una firmeza óptima de S. al 7.5%; provocando una mejora notable en la unión de las partículas de limo y arcilla dentro de la muestra (p.6).

Por otro lado, en Perth, Australia, (Amiralian, Chegenizadeh y Nikraz, 2012), en su artículo científico "A Review on The Lime and Fly ash Application in Soil Stabilization". Tiene como objetivo investigar la estabilización de suelos con Cal y Ceniza volantes (p.124). El principal problema de esta investigación son los suelos inestables (p.124). Concluyendo así que la eficacia que tiene la mezcla de la cal y ceniza volante con respecto a la resistencia y la durabilidad fueron en comparación a la mezcla de ceniza volante y cal sola (p.126).

También, en Ecuador, (Gavilanes, 2015), en su tesis de grado “Estabilización y mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para una obra vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Se planteó como objetivo añadir cemento y óxido de calcio (cal) para disminuir la compresión de la sub rasante, conseguido a través de los estudios de consistencia de suelos (p.9). Donde el principal problema se presenta en los suelos de Cantón Quito, los cuales tiene propiedades distintas alrededor de la ciudad y en lugares como al sur de Quito (p.5). Por lo que llego a la conclusión que el índice de plasticidad para cada muestra de suelo mejorado con cal y cemento reduce en proporción al suelo natural (p.76).

Los suelos no se encuentran en buen estado para carreteras, es por eso que antes de ejecutarse un proyecto este necesita un mejoramiento, pero se sabe que el Perú tiene una variedad de climas, por lo que en algunas de las regiones no funciona bien la estabilización de suelos con algunos aglomerantes, es decir en la costa se aplica mayormente la estabilización con sal por lo que no se presenta fuertes lluvias o casi nunca llueve y este la dará una resistencia óptima, pero en zonas donde las lluvias son frecuentes no tendrá resultados aceptables ya que la sal y la lluvia provocará que el suelo sea intransitable. Por lo que algunos autores en sus investigaciones nos hablan lo siguiente.

En la región Lima, (Moale y Rivera, 2019), en su tesis de grado “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica” se proponen aumentar la capacidad de soporte del suelo, por medio de estabilización de la subrasante en análisis, con el porcentaje más adecuado de cal (p.5). Basándose de la realidad problemática de la provincia de Oxapamapa, donde los transportistas hablan de las malas condiciones de las carreteras que unen dicha provincia, especialmente del km 17 ya que esta es una vía importante y se encuentra abandonada (p.2). Tal es así que llegaron a la conclusión donde a través de estudios realizados se demostró que adicionando un 15% de óxido de calcio (cal) a la subrasante natural, este aumentó en un 78.8% al CBR, esto quiere decir que el suelo estabilizado tendrá una nueva estimación del CBR al 95% de la máxima densidad seca la cual es de 3.3% a 5.9% (p.79).

También, en la ciudad de Chimbote, (Vásquez, 2018), en su tesis de grado “Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante” tiene como objetivo estimar la utilización de la cal como un material opcional donde la región amazónica del Perú pueda estabilizar sus suelos cohesivos (p.1). Evaluando su problemática sustenta que la vía estudiada tiene un mal estado por lo que se necesita una mejora antes de que una carretera pueda ser ejecutada, puesto que en ocasiones no se ve buenos resultados y no resulta económico (p.15). Siendo así que llegó a la conclusión que el CBR al 95% de la máxima densidad seca da como resultado que al añadir un 7% de carbón y un 4% de óxido de calcio (cal) al suelo ésta aumenta su capacidad de soporte en paralelo al suelo natural, el incremento indicado en porcentaje de las pruebas de laboratorio de un 48.305% a un 108.333% (p.51).

Asimismo, en la ciudad de Huancayo, (Cuadros, 2017), en su tesis de grado “Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”. Se propuso comparar y evaluar los precios de estabilización física de suelos para una vía por procedimientos de mezcla de suelos y estabilización química de la cal (p.3). Determinando su problemática tuvo que en la carretera de la red vial departamental JU – 108, tramo: C.P. Pariahuanca – C.Ñ: Ojaro, se hacen constantes reparaciones de la red vial, ya que la vida útil de esta viene siendo afectada por fallas en el asfalto haciendo que se dañe velozmente la carretera (p.1). De esta manera el autor concluye que los resultados de una comparación de precios se reducen un 44.41%, entre los procedimientos de mezcla de suelos y la estabilización química de cal; donde queda confirmado que existe una ventaja económica en el uso de la cal como mejoramiento químico entre el procedimiento de mejoramiento físico por mezcla de suelos (p.83).

En zonas donde los suelos mayormente son arcillas la estabilización con cal o yeso favorecerá al suelo dándole una óptima resistencia ya que los niveles de plasticidad en la región Cajamarca presentan niveles altos y bajos, es por eso que se necesita una mejora del suelo para que la carretera tenga una mejor vida útil.

Es así que, en la región de Cajamarca, (Jara, 2014), en su tesis de grado “Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso” tuvo por objetivo

estimar el resultado del óxido de calcio en los valores arrojados por el CBR con respecto a la resistencia del suelo arcilloso (p.2). La problemática está basada en los suelos arcillosos, estos presentan niveles de plasticidad altos y bajos, por lo que carecen de requisitos mínimos para la construcción sobre estas (p.1). Es así que se concluye que los resultados obtenidos de CBR arrojan que al incrementar un 4% de cal al suelo, este alcanza a un buen mejoramiento del suelo; también arroja que sin adicionar cal a suelo el CBR mínimo es 2.55%, por lo que se encuentra muy por debajo de lo exigido, según la norma vigente es de 6% (p.60).

## **2.2. Bases teóricas.**

### **Aglomerantes naturales.**

Los aglomerantes naturales son procedentes de suelo o roca natural sin ninguna adición como la cal y el yeso. (Jarre, Howland, Guerrero y Brito, 2017 p. 1).

### **Yeso.**

El yeso es una piedra natural que se elabora desde el aljez, este aglomerante natural se desarrolla por medio del calcinamiento, se puede cambiar sus características ya sea de firmeza o solidificación, conservación de agua, cohesión y consistencia añadiendo adiciones. (GvIn, Siva, Venkata y B, 2016 p. 569)

### **Cal (óxido de calcio).**

La cal también conocida como óxido de calcio (CaO) o cal viva, es un componente agresivo, demasiado blanco en estado propio que procede del calcinamiento de la piedra caliza; es un material muy usado en obras de construcción y en diferentes actividades del hombre. (Suneel y Preethi, 2014 p. 44)

### **Granulometría.**

La granulometría es el valor más uniforme, siendo así también una de las más fundamentales que se ejecuta a un infértil y simboliza la contextura de las dimensiones que tiene la muestra; estas se representan a través de la curva granulométrica, donde se puede observar la finalidad de la contextura de las dimensiones de las pizcas del árido; además, se puede cotejar visualmente

distintos componentes entre sí, también permite conseguir la finura de la muestra. (Jayapal, Boobathiraja, Thanaraj y Priyadaeshini, 2014 p. 58).

### **Límites de consistencia.**

Son aquellos límites los que puede tener un suelo con respecto al contenido de humedad que se alterne hasta tener una consistencia particular la cual denominamos plástica. (Harichane, Ghirici y Kenai, 2017 p. 4)

### **Límite líquido (L.L).**

Es el porcentaje de humedad que contiene un suelo, si este porcentaje es alto con respecto a una mezcla suelo-agua está presentara un estado líquido y si este contenido de humedad es bajo la mezcla presentara una textura viscosa (plástico). (Joe y Rajesh, 2015 p. 801)

### **Límite plástico (L.P).**

El límite plástico es un régimen de la cohesión del suelo, y nos da a conocer la humedad en la que las partículas del suelo derrochan su elasticidad, esta cohesión debe de ser lo adecuadamente mínima como para admitir el acomodo entre partículas y lo adecuadamente alta como para consentir que conserven su nuevo perfil, por lo tanto, el límite plástico es una medida de contenido de agua del terreno en el que compensara tener cierta aguante al corte y una suma de agua capaz de mojar todas las extensiones de las partículas del suelo y sus diminutos poros. (Budhu, 2011 p. 65)

### **Contenido de humedad.**

El contenido de humedad de una masa de suelo, está desarrollado por el aumento de sus aguas independientes, capilares y absorbentes; la categoría del contenido de humedad que muestra un suelo constituye junto con una proporción de aire, una de sus particularidades más significativas para manifestar y entender la conducta de este (principalmente en aquellos suelos con presencia de finos). (Lui, Su, Namdar, Zhou, She y Yang, 2019 p.1).

### **Peso específico.**

El peso específico se precisa como la concordancia de la masa o peso de una unidad de volumen de material respecto a una unidad de agua de igual volumen a una temperatura terminante, coexisten tres formas de encontrarlas: peso específico aparente ( $G_a$ ), Peso específico de masa ( $G$ ) y peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $G_{sss}$ ). (Dang, Fatahi y Khabbaz, 2016 p. 3).

### **CBR.**

El CBR es un ensayo que tuvo origen en el año 1929 en el Departamento de Carreteras de California en EE. UU, donde la finalidad es descubrir y conocer las superficies en las cuales se diseñara debidamente los pavimentos, este es un ensayo de enlace de apoyo denominada así por la ASTM; es así que es un ensayo que determina la resistencia al corte de un terreno que presenta niveles bajos en circunstancias de humedad y densidad ponderadas. (Arrieta, Dos Santos, Batista y Lundgren, 2018 p. 883)

### **Proctor Modificado.**

La compactación es una sucesión constantemente, con la finalidad de obtener una consistencia específica para un enlace adecuado de  $H_2O$ , con el fin de asegurar las propiedades mecánicas que el suelo necesita. Lo primero que se hace es el lanzamiento encima del terreno sólido, mayormente en capas sucesivas, con un suelo donde la granulometría sea la conveniente; lo siguiente es la corrección de humedad añadiendo agua y por último se pasa fuerza de compactación a través de choques o golpes. (Alrubaye, Hasan y Fattah, 2016 p. 2437).

### **Permeabilidad.**

La permeabilidad es la capacidad del suelo para absorber, agua se origina a través del constante punto de filtración, por lo que se ve perjudicada por presencia de sub suelos fibrosos, de materia orgánica. Es por eso que queda descartado una posible relación entre la permeabilidad y la porosidad. (Loyola, Rivas y Gacitúa, 2015 p. 74).

### **Costos unitarios.**

Es el resume de un conjunto de trabajos realizados para llegar a un cierto monto de adquisición a medida que este monto se hace referente a las necesidades del cliente y relacionado con el mercado. (Luna, 2010 p. 9)

### **Dosificación.**

Es la combinación de materiales disponibles en algunos casos materiales industriales (aditivos), con el objetivo de tener una mezcla con las características requeridas. (Saberian y Rahgozar, 2016 p. 7)

### **Suelos arcillosos.**

Este tipo de suelos suele ser de baja resistencia debido a la presencia de moléculas de agua, es por eso que se tiene un asentamiento excesivo provocando que ocasioné fallas en la subrasante. En ocasiones este suelo tiende a tener una rigidez media cuando hay poca humedad. (Akbar, Guney, Asghar y Shojael, 2017 p. 1).

### **Características geotécnicas.**

Son las propiedades que se encuentran en un suelo irregular y complejo, existen varios estudios que permiten describir su morfología para su correcta identificación y clasificación. (Jijo y Kasinatha, 2016 p. 1).

### **Estabilización mecánica.**

Es el proceso mediante el cual el suelo aumenta su resistencia y rigidez en combinación con un aglomerante que ayuda a la mejora de las propiedades e incrementa la durabilidad del terreno. (Hameed y Raihan, 2014 p. 577).

### **Capacidad de carga.**

Es el esfuerzo que se le aplica al suelo, para producir una falla en el sub suelo por carga al esfuerzo cortante, para asegurar que esta falla no se presente en un futuro. (Sérgio, Emmert, Pereira y Gatto, 2018 p.1).

### **Característica técnica del suelo.**

Son un conjunto de propiedades físicas que tiene el suelo como su estructura, textura, permeabilidad y aireación. (Al-Alawi, Ganiyu y Badr, 2020 p.2).

### **Propiedades mecánicas del suelo.**

Son las cualidades que adopta y tiene el suelo para ser trabajado correctamente, por lo cual es de suma importancia evaluar las propiedades del suelo natural para una posible mejora de las mismas o trabajos sin retrasos, ya que algunas zonas carecen materiales convencionales. (Tulak, Tjaronge, Harianto y Ramli , 2017 p. 4699).

### **Máxima densidad seca.**

Es la mayor densidad que llega alcanzar un suelo compactado con respecto al contenido de humedad óptimo que se le aplica en su ensayo correspondiente. (Shankar, Vasanthanarayanan, Ayswarya y Meenakshi, 2019, p. 353).

### **Tiempo de curado.**

Es el periodo que tarda un espécimen en este caso el suelo para aumentar y desarrollar nuevas propiedades físicas que le ayuden a una mayor durabilidad y una mayor resistencia (Yilmaz, Alper y Sadoglu, 2015 p.392).

### **Preparación de muestras.**

Son porciones de suelo seleccionadas por sus diferentes características para ser procesadas, estudiadas y usadas en diferentes ensayos para obtener las propiedades que tienen dichas muestras (Wang et al, 2019 p. 4)

### **Aditivos.**

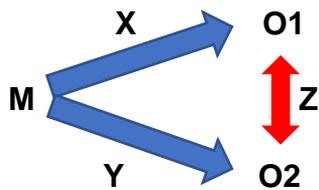
Son materiales de origen orgánico e inorgánico, lo que hacen es modificar las propiedades del suelo para brindar mejores resultados al momento de ser utilizados, estas pueden ser líquido o polvo. (Mehta, Sonecha, Daxini, Ratanpara y Gaikwad, 2014 p. 27).

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

Según el fin que persigue esta investigación es aplicada ya que con la presente investigación se propone una alternativa para la estabilización de suelos cohesivos, brindando una solución técnica a un problema que se presenta de manera común en trochas carrozables.



**M:** Muestra: Suelo natural

**O1:** Suelo natural estabilizado con cal

**O2:** Suelo natural estabilizado con yeso

**X:** Incorporación Cal (3%, 5% y 7%)

**Y:** Incorporación Yeso (1.5%, 3% y 4.5%)

**Z:** Evaluación técnica económica

##### 3.1.2. Enfoque de la Investigación.

Hernández, Fernández y Baptista (2014 p.4), cuantitativo porque recolecta y examina datos para responder cuestiones de investigación y comprobar hipótesis creadas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y de manera frecuente en el uso de la estadística para construir con exactitud patrones de conducta de una población.

##### 3.1.3. Diseño de investigación.

Según la metodología de la investigación el diseño es experimental porque se realizará ensayos en laboratorio para determinar la dosificación adecuada del estabilizante esperando posibles efectos en el suelo.

#### 3.2. Variables y operacionalización.

##### 3.2.1. Variables.

- **Variable independiente:** Aglomerantes naturales

- **Variable dependiente:** Suelos cohesivos (**Ver ANEXO N°1**).

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

#### **3.3.1. Población.**

La población de estudio está conformada por las carreteras circundantes a la jurisdicción del distrito de Tacabamba.

**Tabla 1:** Carretera Tacabamaba – Peña Blanca, relación de carreteras de influencia del área de estudio por kilometraje, 2020.

<b>Carreteras</b>	<b>Km</b>
Carretera Cumpampa	1.6
Carretera Chumar Alto	2.8
Carretera Choaguit	4.5
Carretera Chucmar	2.5
Peña Blanca	10.1

Fuente: Elaborado por los investigadores.

#### **3.3.2. Muestra.**

La muestra a estudiar en la investigación es la carretera Peña Blanca que cuenta con una distancia de 10+100 km, respetando las consideraciones técnicas de la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), donde señala que se debe extraer una muestra de suelo a cada 1 km en trochas carrozables con un índice medio diario anual (IMDA) menor o igual a 200 vehículos por día.

#### **3.3.3. Muestreo.**

El muestreo fue aleatorio simple, no probabilístico y por conveniencia.

Por conveniencia: Según, Hernández, y otros (2014), en su libro “Metodología de la investigación” lo define como: El muestreo por conveniencia es aquel donde el investigador selecciona la muestra de acuerdo a criterios que el argumenta.

Respecto a la consideración de conveniencia, se fundamenta en:

**Tabla 2:** Carretera Tacabamba – Peña Blanca, relación de comunidades por cantidad de habitantes y actividades económicas, 2020.

Carretera Peña Blanca		
Inicio	Distrito: "Tacabamba"	Población: 2077 (habitantes)
		Área: 1.02 km <sup>2</sup>
		Actividad económica: Agricultura, ganadería y comercio.
Fin	Comunidad "Peña blanca"	Población: 206 (habitantes)
		Área: 1.73 km <sup>2</sup>
		Actividad económica: Agricultura, ganadería y comercio
Caseríos o anexos en el recorrido	Comunidad Luzcapampa	Población: 436 (habitantes)
		Área: 3.96 km <sup>2</sup>
		Actividad económica: Agricultura y ganadería.
	Comunidad Pusanga	Población: 129 (habitantes)
		Área: 1.98 km <sup>2</sup>
		Actividad económica: Agricultura y ganadería.

Fuente: Elaborado por los investigadores.

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

En la siguiente investigación, la técnica a utilizar es la observación debido a que observaremos el comportamiento que tiene el suelo en estado natural de la carretera en estudio y también el aumento de propiedades que tenga con respecto a los aglomerantes naturales incorporados para su estabilización. También se utilizará la ficha de recolección de datos debido a que vamos a recoger características del suelo natural dados por los ensayos, luego incorporaremos los aglomerantes naturales elegidos para así pasar a recoger la información de la resistencia ganada al adicionar estos aglomerantes y poder compararlos con respecto a lo económico y poder elegir el aglomerante más conveniente para la carretera de estudio.

- **Ensayos de mecánica de suelos:**

Ensayos de granulometría, ensayos de límites Atterberg, ensayo de contenido de humedad, ensayo de peso específico, ensayos de CBR, ensayos de Proctor.

**Tabla 3:** Ensayos de mecánica de suelos para la elaboración de la investigación.

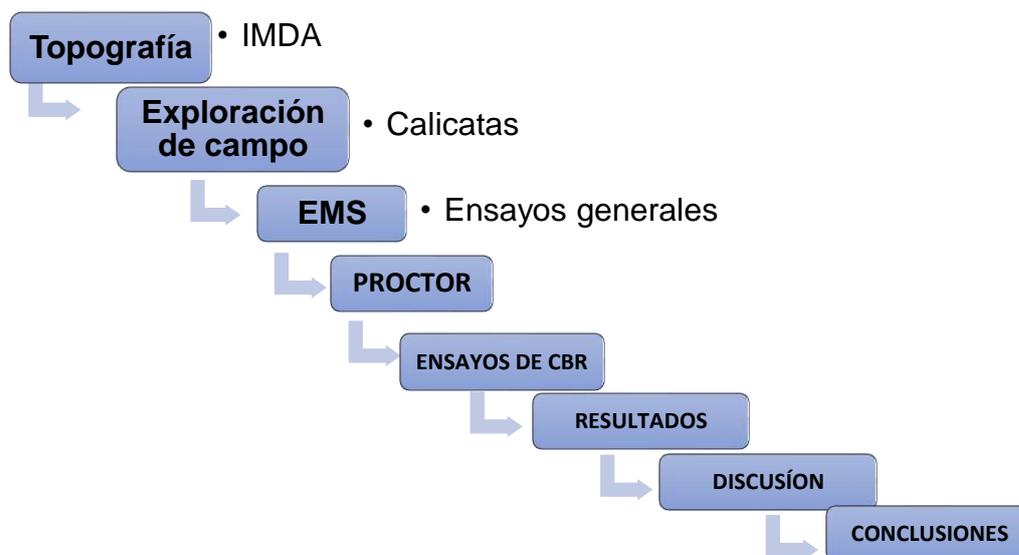
<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMATIVA</b>
Ensayos de granulometría	ASTMD 422
Ensayos de límites Atterberg	ASTMD 4318-95 <sup>a</sup>
Ensayo de Contenido de humedad	ASTMD 2216
Ensayo de Peso específico	ASTMD 2216-71
Ensayos de CBR	ASTMD 4429
Ensayos de Proctor	ASTMD – 1557

Fuente: Elaborado por los investigadores.

### **3.5. Procedimientos.**

La investigación tubo los siguientes procesos: se procedió a realizar el reconocimiento del campo para determinar la topográfica de la carretera en simultaneo la extracción del suelo in-situ mediante 11 calicatas, estas muestras fueron correctamente recolectadas para ser llevadas a laboratorio dónde se determinó las propiedades y características mediante ensayos de mecánica de suelos los cuales fueron: ensayo granulométrico, ensayo de limite líquido, ensayo de limite plástico, ensayo de Proctor modificado, ensayo de CBR y ensayo de permeabilidad, se procedió a seleccionar 2 aglomerantes naturales para mejorar el suelo cohesivo, lo cual se evaluó de manera técnica al comparar el incremento de las propiedades de resistencia del suelo cohesivo al incorporar cal y yeso, y de manera económica al comparar los precios unitarios para su aplicación, con los resultados de dicha evaluación se derivó a seleccionar el aglomerante que mejor se adapte y sea más viable de forma económica para ser utilizado en la estabilización.

Figura 1: Diagrama de flujo de estudio.



Fuente: elaborado por los investigadores.

### 3.6. Método de análisis de datos.

Al siguiente trabajo de investigación se le realizarán estudios de mecánica de suelos y una comparación de aglomerantes mediante el cual se verá el más económico, este se aplicara en la carretera a Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, se incorporará cal y yeso para obtener pruebas las cuales confirmen la hipótesis, dándole así la veracidad correspondiente, donde los resultados serán presentados mediante resúmenes de información teniendo en cuenta los datos de los ensayos: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Peso específico, Contenido de humedad, Proctor y CBR.

### 3.7. Aspectos éticos.

Se va seguir los lineamientos del código de ética y derechos de autor de la Universidad Cesar Vallejo (RCU N°083 – 2016/UCV) la cual se considera la responsabilidad ética y legal con respecto a proteger las participaciones de las investigaciones de los autores que han sido seleccionados para nuestra investigación; los resultados serán reales y firmes, respetando totalmente al medio ambiente, su flora y fauna.

#### IV. RESULTADOS

Para el desarrollo de los objetivos, se ha basado en informes de ensayos de suelos realizados en el laboratorio. Donde se hicieron estudios al suelo natural y al suelo estabilizado con cal y yeso en diferentes porcentajes para cada aglomerante, es así que se mostrará la calicata de mejores resultados en base a lo requerido en los objetivos.

- **Sobre la descripción de las características geotécnicas del suelo cohesivo de la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

Para ello se procedió a realizar los ensayos de laboratorio: granulometría, límite líquido, límite plástico, contenido de humedad y peso específico

**Tabla 4:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, mediante agrupación de material por tipo de suelo, marzo 2021.

<b>CALICATA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>	<b>L.L.</b>	<b>L.P.</b>	<b>I.P.</b>	<b>Cont. Hum.</b>	<b>Peso Esp.</b>
<b>C1</b>	Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro. (GC)	40.6	20.9	19.7	13.80%	2.556
<b>C2</b>	Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro. (GC)	37	21.9	15.1	15.40%	2.549
<b>C3</b>	Limos inorgánicos de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color marrón claro. (MH)	57.3	33.4	23.9	24.40%	2.468
<b>C4</b>	Limos inorgánicos de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color marrón claro. (MH)	54.7	33.1	21.6	21.10%	2.461

<b>C5</b>	Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro. (GC)	49.3	26.8	22.5	22.20%	2.567
<b>C6</b>	Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro. (GC)	46.8	26.5	20.3	18.50%	2.558
<b>C7</b>	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, de consistencia semi compacto en estado húmedo, color anaranjado. (CH)	94	35.6	58.4	44.70%	2.421
<b>C8</b>	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, de consistencia semi compacto en estado húmedo, color anaranjado. (CH)	88.2	34.4	53.7	37.10%	2.431
<b>C9</b>	Limos inorgánicos de alta plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige oscuro. (MH)	59.3	32.6	26.7	34.50%	2.474
<b>C10</b>	Limos inorgánicos de alta plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige. (MH)	56.6	33.2	23.4	31.90%	2.465
<b>C11</b>	Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige. (GC)	46.9	24.1	22.8	18.40%	2.545

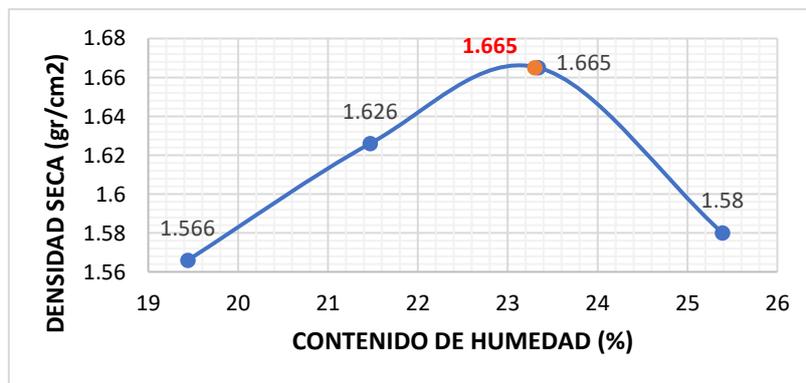
Fuente: Elaborado por los investigadores.

La tabla 4 muestra que las características del suelo encontradas en las calicatas tienen un gran parecido por su clasificación según SUCCS, entre estos suelos tenemos grava arcillosa (**GC**) siendo este el suelo predominante en la carretera,

otro de los materiales más comunes que se ha encontrado son limos inorgánicos de alta plasticidad (MH).

- Como resultado de reconocer técnicamente la resistencia del suelo cohesivo en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:

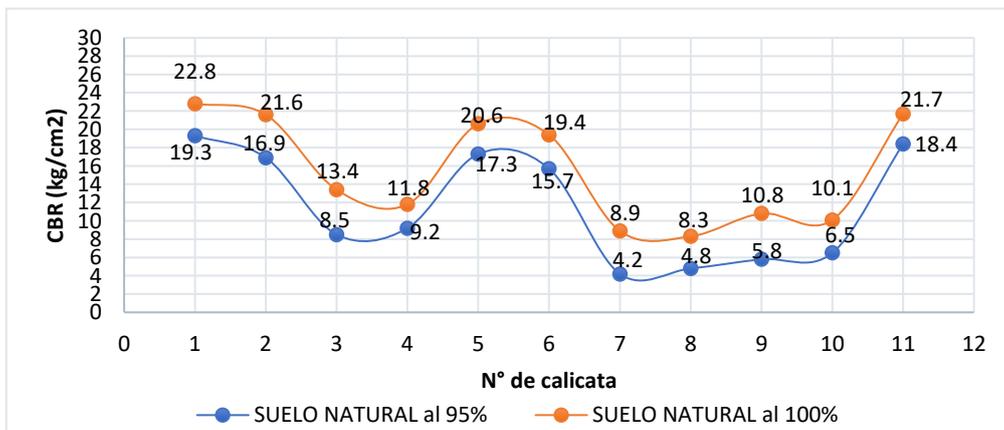
Figura 2: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor Modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca del suelo natural de la calicata N°10, marzo 2021.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

La figura 2, muestra el óptimo contenido de humedad (23.3%) de la calicata N°10 es muy elevado con respecto a su máxima densidad seca (1.665 gr/cm<sup>2</sup>) para su compactación, de esta manera es notable que el suelo necesita de mucha agua para ser trabajado y aumentar sus propiedades de resistencia.

Figura 3: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, mediante estudio de CBR del suelo natural, resumen al 95% y 100%, marzo del 2021.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

En la figura 3, vemos la resistencia al esfuerzo cortante del suelo para determinar la calidad del terreno en estudio siendo la calicata n°01 con 19.3 kg/cm<sup>2</sup> al 95% del CBR y la calicata n°11 con 18.9 kg/cm<sup>2</sup> al 95% de CBR las más resistentes al esfuerzo cortante y por ello siendo las de mejor calidad en sus propiedades.

Asimismo, se muestra la resistencia del esfuerzo cortante de las calicatas 01 y 11 al 100% de CBR siendo estas de 22.8 kg/cm<sup>2</sup> y 21.7kg/cm<sup>2</sup>.

- **Referente a identificar las características físicas de los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos.**

**Tabla 5:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, por medio de características físicas por aglomerante natural, marzo 2021.

<b>Aglomerantes naturales usados</b>	<b>Granulometría</b>	<b>Contenido de humedad</b>	<b>Peso específico</b>
	Malla n°200(%)	(%)	(gr/cm <sup>3</sup> )
Cal	9.76	37.26	2.3
Yeso	95.26	9.41	2.66

Fuente: Elaborado por los investigadores.

La tabla 5 muestra las diferentes características que tienen los aglomerantes a utilizar en el estudio, estas características son muy distintas con respecto a cada aglomerante, por lo que la granulometría del yeso es más fina con respecto a la granulometría de la cal, por otro lado, vemos que el contenido de humedad de la cal necesita más agua para su compactación.

- **Sobre la aplicación de los aglomerantes naturales mediante porcentajes de cal (3%, 5%, 7%) y yeso (1.5%, 3%, 4.5%) en la estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

**Tabla 6:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, pesos del suelo natural y de los aglomerantes por distintos porcentajes, marzo 2021.

Peso del suelo natural (gr)	Cal (gr)			Yeso (gr)		
	3.00%	5.00%	7.00%	1.5%	3.0%	4.5%
5823.00	174.69	291.15	407.61	87.35	174.69	262.04

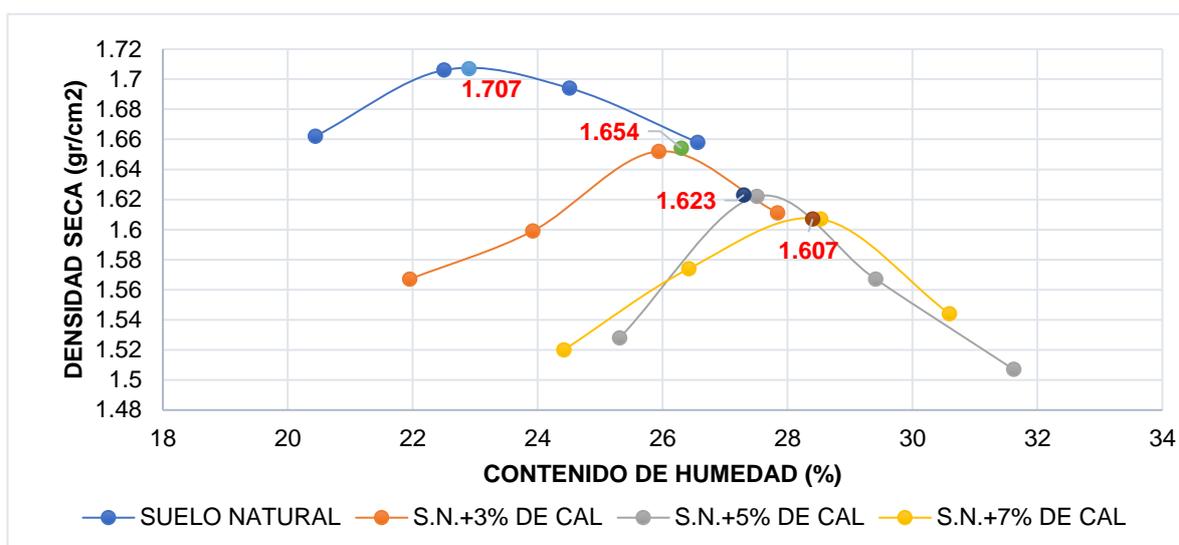
Fuente: Elaborado por los investigadores.

La tabla 6 muestra los diferentes porcentajes en pesos (gr) de los aglomerantes naturales que serán aplicados en la mezcla con la muestra del suelo natural para los distintos ensayos a realizarse con el suelo ya estabilizado.

- **Respecto a analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

El ensayo de Proctor modificado nos lleva a determinar las características de resistencia del suelo cohesivo estabilizado.

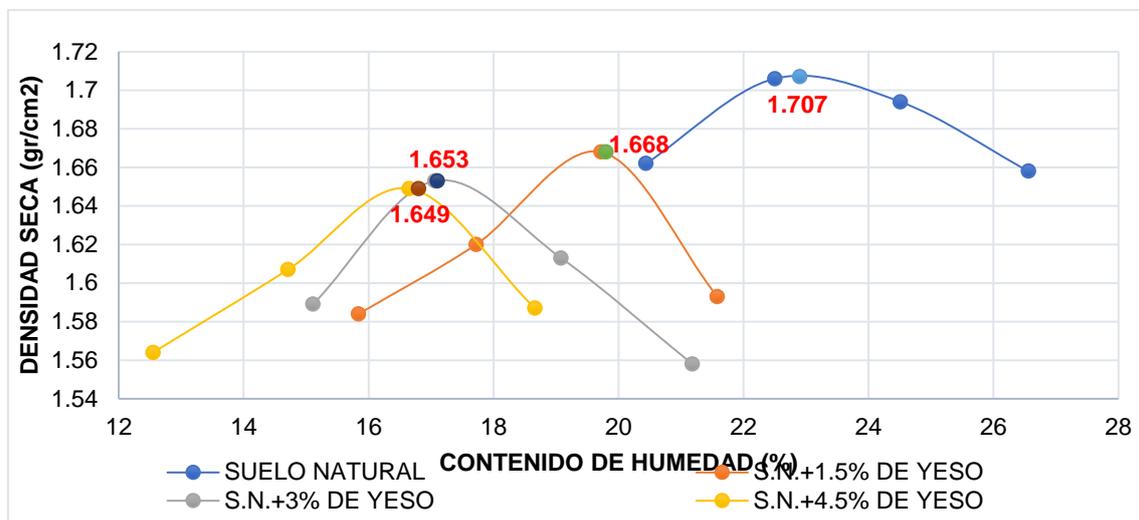
Figura 4: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

La relación que se obtuvo con respecto a la densidad seca del suelo natural es de 1.707 gr/cm<sup>2</sup>, siendo su contenido de humedad de 22.9%, para los resultados del suelo estabilizado con diferentes porcentajes de cal se tiene: al incorporar 3% de cal se obtuvo un 26.3% del contenido de humedad y 1.654 gr/cm<sup>2</sup> de densidad seca, para 5% de cal se obtuvo un 27.3% del contenido de humedad y 1.623 gr/cm<sup>2</sup> de su densidad seca, por último, al incorporar 7% de cal se obtuvo un 28.4% del contenido de humedad y densidad seca de 1.607 gr/cm<sup>2</sup>.

Figura 5: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°07, marzo del 2021.



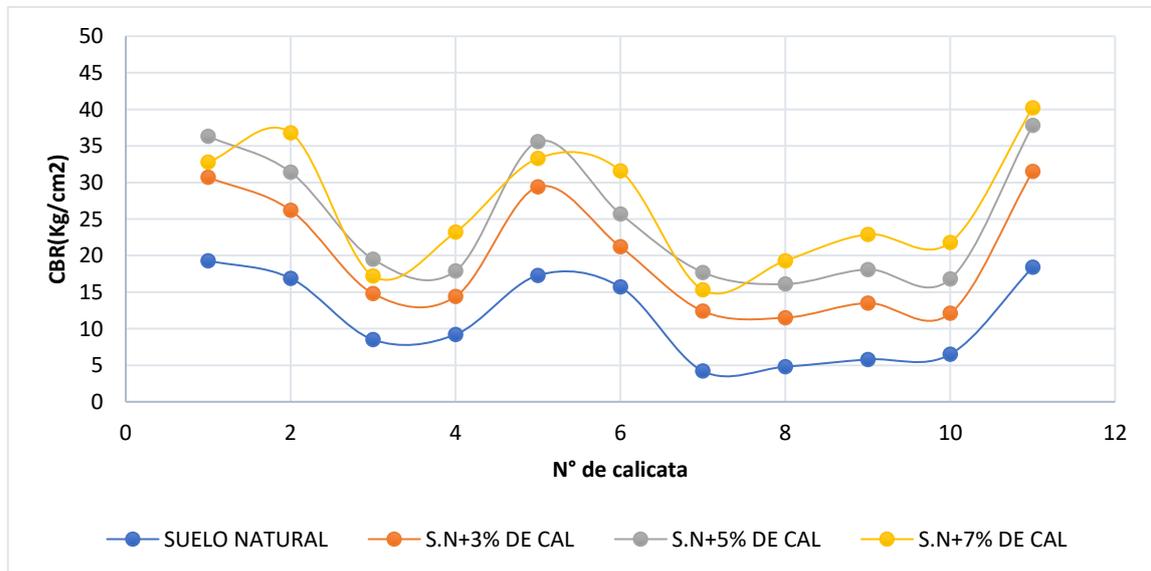
Fuente: elaborado por los investigadores.

Asimismo, al incorporar 1.5% de yeso se obtuvo un 19.8% del contenido de humedad y 1.668 gr/cm<sup>2</sup> de densidad seca, para 3% de yeso se obtuvo un 17.1% del contenido de humedad y 1.653 gr/cm<sup>2</sup> de su densidad seca, por último, al incorporar 4.5% de yeso se obtuvo un 16.8% del contenido de humedad y una densidad seca de 1.649 gr/cm<sup>2</sup>.

En la figura 4 y 5 del ensayo de Proctor Modificado, muestra la relación del contenido de humedad con respecto a la máxima densidad seca que tiene el suelo ya estabilizado con los diferentes aglomerantes naturales utilizados en la calicata n°07 siendo esta con los valores más alto.

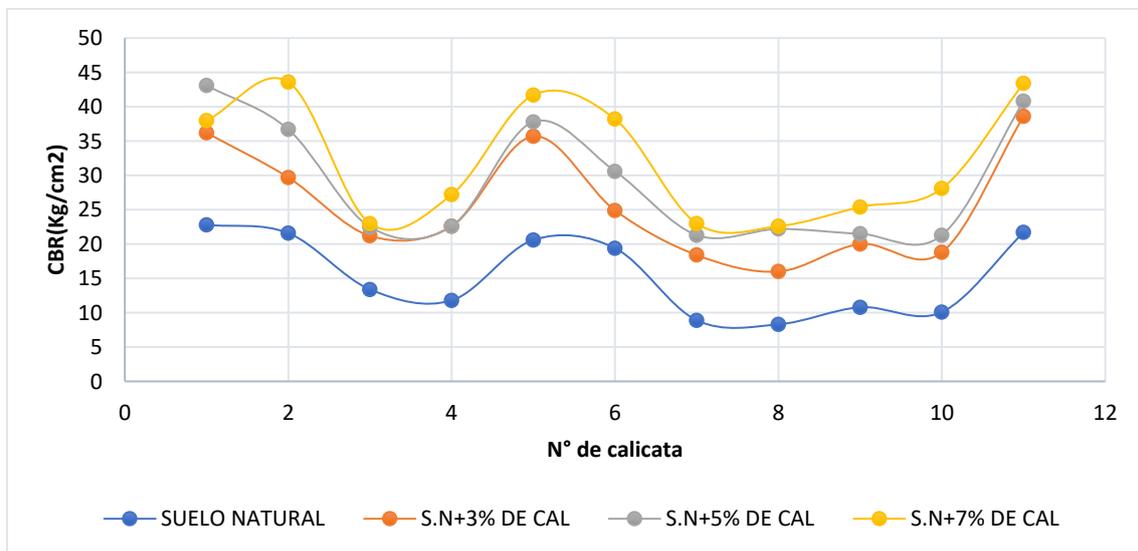
El ensayo de CBR nos lleva a determinar las propiedades que tiene el suelo con respecto a la resistencia al esfuerzo cortante para conocer la calidad de terreno.

Figura 6: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por diferentes calicatas adicionándole cal en diferentes porcentajes, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 7: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por diferentes calicatas adicionándole cal en diferentes porcentajes, marzo 2021.

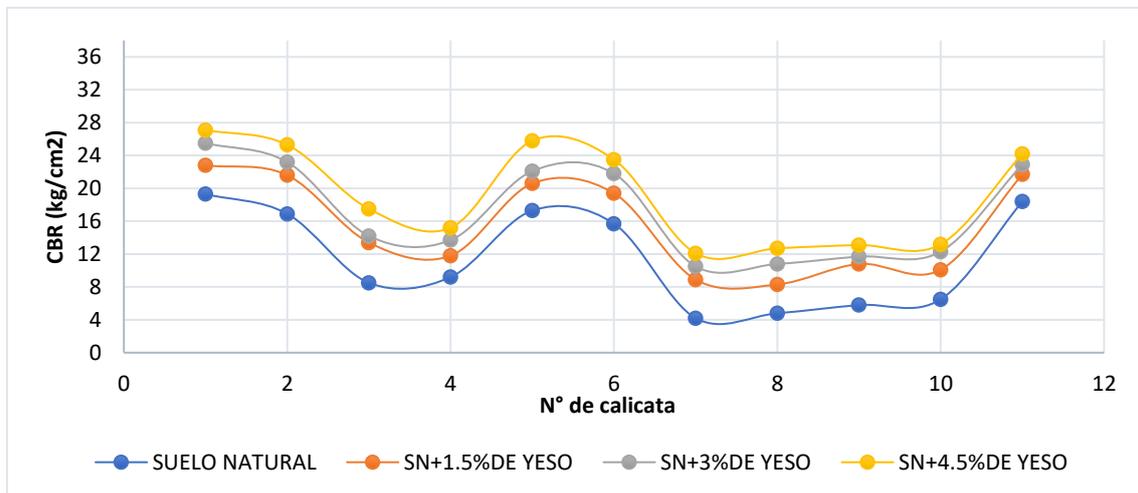


Fuente: elaborado por los investigadores.

En las figuras 6 y 7, se muestra el CBR al 95% y 100% de la adición de cal, donde se aprecia que el CBR al 95% del suelo natural más el 3% de cal aumenta un 41.8%, el 5% de cal aumenta un 53.6% y el 7% de cal aumenta un 57% su

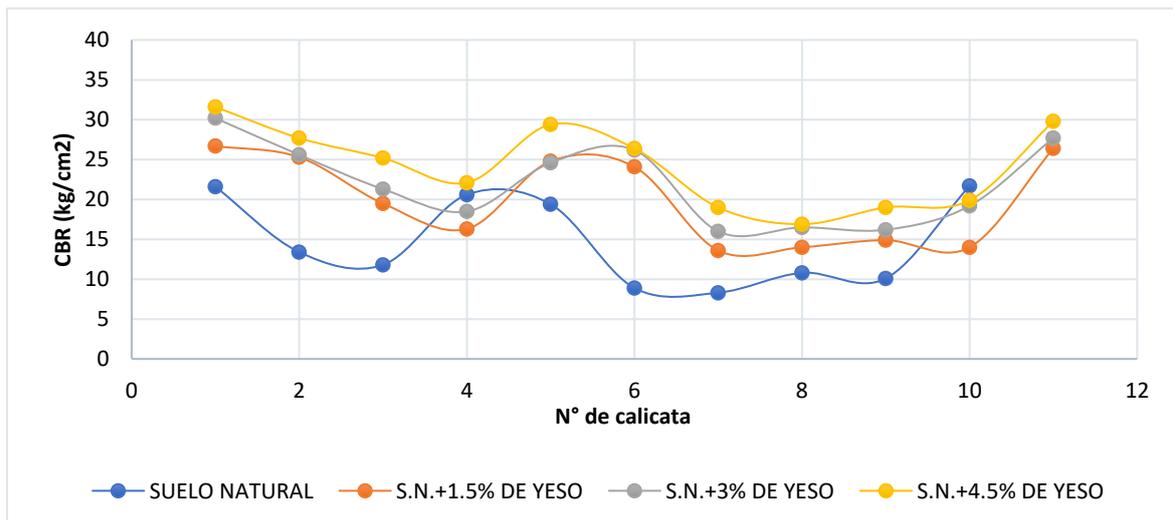
resistencia al esfuerzo cortante, el CBR al 100% del suelo natural más el 3% de cal aumenta un 39.95%, el 5% aumenta 47.13% y el 7% aumenta 52.17%.

Figura 8: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por diferentes calicatas adicionándole yeso en diferentes porcentajes, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 9: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por diferentes calicatas adicionándole yeso en diferentes porcentajes, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

El CBR al 95% y 100% de la incorporación del yeso mostrado en las figuras 8 y 9, se aprecia que el CBR al 95% del suelo natural más 1.5% de yeso aumenta a un 25.27%, el 3% de yeso aumenta un 32.91% y el 4.5% de yeso aumenta 39.63%

mejorando sus propiedades de resistencia al esfuerzo cortante, el CBR al 100% del suelo natural más el 1.5% de yeso aumenta a un 22.86%, el 3% de yeso aumenta un 30% y el 4.5% aumenta 36.55%.

- **Sobre demostrar los efectos de la permeabilidad del suelo cohesivo estabilizado con la incorporación de aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

**Tabla 7:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de permeabilidad mediante el mejor aglomerante y %, marzo 2021.

<b>SUELO NATURAL + 5% DE CAL</b>		
<b>N° CALICATA Y MUESTRA</b>	<b>PERMEABILIDAD K: cm/seg.</b>	<b>PROMEDIO K: cm/seg</b>
<b>C-3</b>	0.000015120	0.000015120
<b>C-5</b>	0.000115861	0.000115861
<b>C-9</b>	0.000009535	0.000009535
<b>C-11</b>	0.00011157	0.00011157

Fuente: Elaborado por los investigadores.

La tabla 7, muestra la permeabilidad con el 5% de cal para demostrar el nivel de porosidad que tiene el suelo ya estabilizado, dando como resultados un coeficiente de permeabilidad 0.000015120 cm/seg en la calicata 3 y un coeficiente de permeabilidad de 0.000009535 cm/seg en la calicata 9, demostrando así que estas calicatas tienen una permeabilidad muy baja, por otro lado, en la calicata 5 tenemos un coeficiente de permeabilidad 0.000115861cm/seg y en la calicata 11 tenemos un coeficiente de permeabilidad 0.00011157cm/seg, indicando que estas cuentan con permeabilidad media.

- **Determinar económicamente el costo unitario de la estabilización con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

**Tabla 8:** Carretera Tacabamba a Peña Blanca, costos unitarios de los aglomerantes naturales, mayo 2021.

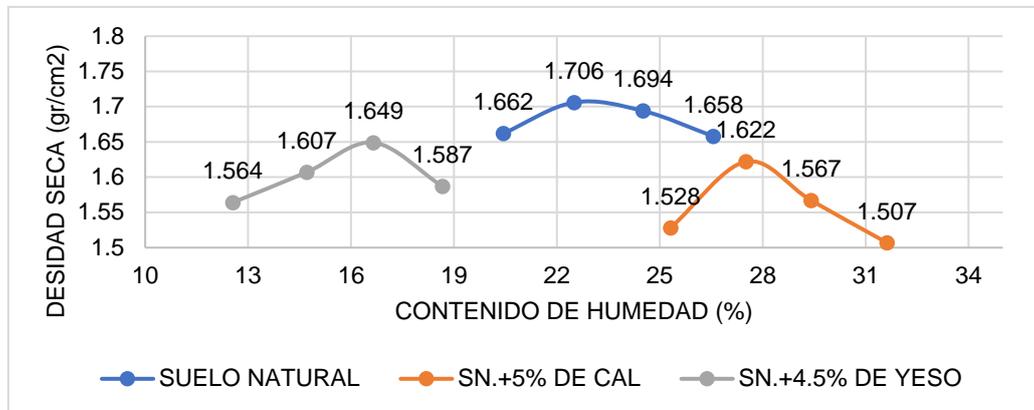
MATERIAL	COSTO DE MATERIAL	TRANSPORTE	APLICACIÓN	MAQUINARIA
	(bls)	(bls)	(hh)	(hm)
<b>CAL</b>	S/. 14.00 bls de 25 kg	S/. 1.00	Peón: S/. 5.976	Compactadora: s/. 25.00 por hora
<b>YESO</b>	S/. 4.00 bls de 7kg	S/. 1.00	Peón: S/. 5.976	Compactadora: s/. 25.00 por hora

Fuente: Elaborado por los investigadores.

La tabla 8 muestra los costos unitarios de los aglomerantes naturales a ser aplicados en la carretera en estudio, se tiene el costo de aplicación de los aglomerantes por metro cubico, siendo el costo de aplicación de 5% de cal para 3 m<sup>3</sup>/h un total de S/. 165.98 y para la incorporación de 4.5% de yeso para 3 m<sup>3</sup>/h un total de S/. 175.98.

- **Proponer la dosificación ideal de los aglomerantes naturales en la estabilización de suelos cohesivos en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca, tenemos:**

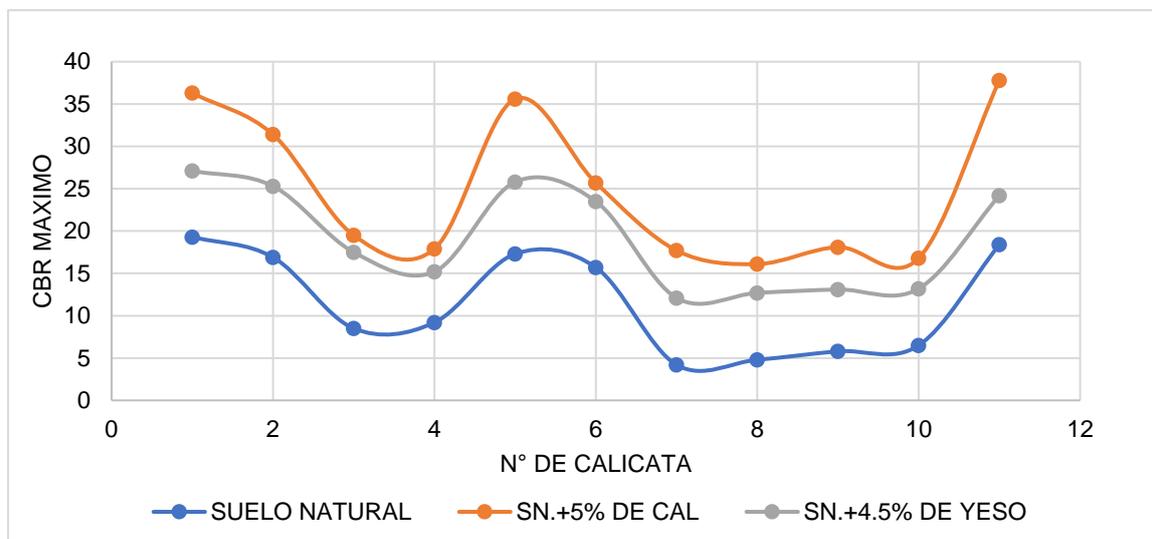
Figura 10: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado, por comparación de aplicación de cal al 5% y yeso al 4.5%, calicata n°07, marzo 2021.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

La relación de densidad seca y el contenido de humedad de la calicata n°07, muestra la comparación que tiene el suelo natural y el suelo estabilizado con los aglomerantes con respecto a su compactación y a la trabajabilidad que puede llegar a tener el suelo si se le aplica el óptimo contenido de humedad, al aplicar 5% de cal al suelo natural este aumenta sus propiedades, siendo su densidad seca máxima 1.622 gr/cm<sup>2</sup>, por otro lado, la densidad seca del 4.5% de yeso es 1.706 gr/cm<sup>2</sup> siendo así que es poco trabajable para la estabilización de suelo ya que al estar en contacto con el agua este se endurece y no se adhiere.

Figura 11: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95%, por comparación de aplicación de cal al 5% y yeso al 4.5%, marzo 2021



Fuente: Elaborado por los investigadores.

El ensayo de CBR obtenido del suelo estabilizado con cal y yeso en las distintas calicatas, muestra que al adicionar 5% de cal al terreno natural este aumenta a un 53.6% sus propiedades de resistencia al esfuerzo cortante y mejora la calidad del terreno, por otro lado, al incorporar 4.5% de yeso aumenta 39.63% su resistencia, dando como mejor resultado la adición de cal.

## V. DISCUSIÓN.

- Respecto a la descripción de las características geotécnicas del suelo cohesivo, (Gavilanes, 2015), hace referencia que los suelos de Cantón Quito, tienen propiedades distintas alrededor de la ciudad, donde se encontró mediante resultados de ensayos de mecánica de suelos un material de suelo limo arenoso. En la tabla 4, se muestra la agrupación de material por tipo de suelo según SUCCS, donde los suelos más predominantes encontrados son gravas arcillosas (GC) y limos inorgánicos (MH). Esta investigación guarda relación con la metodología investigada ya que para determinar las características de un suelo se debe hacer ensayos donde se determinen los tipos de suelos, si bien no se ha encontrado un suelo similar a la de la investigación es porque los suelos ecuatoriales tienen distintas características a los suelos peruanos.
- Sobre reconocer técnicamente la resistencia del suelo cohesivo, (Moale y Rivera, 2019), hacen referencia a las propiedades de resistencia del suelo encontrado en su zona de estudio las cuales son bajas, su ensayo de Proctor modificado arroja una  $D_{smáx}$  de 1.85g/cm<sup>3</sup> y para el óptimo contenido de humedad un 13.40%, en los ensayos de CBR al 95% da un 3.3% de MDS y para el 100% un 3.7%. En las figuras 02 y 03 de nuestra investigación muestran que el óptimo contenido de humedad de la calicata N°10 es (23.3) siendo este es muy elevado con respecto a su máxima densidad seca (1.665), también vemos la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, siendo la calicata n°01 con 19.3% al 95% del CBR y al 100% de CBR 22.8%, y la calicata n°11 con 18.9% al 95% de CBR y el CBR al 100% con 21.7%, siendo estas las más resistentes al esfuerzo cortante y por ello siendo las de mejor calidad en sus propiedades. La investigación de (Moale y Rivera 2019), no guarda relación con la metodología investigada debido a que afirma que los suelos encontrados son de baja capacidad de soporte.
- Referente a identificar las características físicas de los aglomerantes naturales, (Vásquez, 2018) muestra las características de los aglomerantes de manera química en sus pesos, por otro lado (Suresh *et al.* 2018) relaciona

los componentes químicos que conforma el aglomerante a usar (cal) desde un punto físico químico para su investigación. La tabla 5 mostrada en nuestra investigación da a conocer las diferentes características que tienen los aglomerantes naturales con respecto a su granulometría siendo el yeso el aglomerante más fino a diferencia de la cal, además con respecto al contenido de humedad la cal es más trabajable que el yeso y por otro lado se tiene el peso específico de cada uno. Las investigaciones antes mencionadas no guardan relación ya que para ser aplicadas en mezcla de suelos se necesita que estos cuenten con pesos relativos.

- Respecto la aplicación de los aglomerantes naturales mediante porcentajes de cal (3%, 5%, 7%) y yeso (1.5%, 3%, 4.5%) en la estabilización de suelos cohesivos, (Ashraf *et al.* 2018), indican que encontraron dos tipos suelos en su investigación: suelos arrosales con gran cantidad de limos y suelos montañosos en su mayoría arena fina, por lo que se estabilizo el suelo con cal en diferentes porcentajes 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% para su aplicación. Sin embargo, en nuestra investigación se tiene la tabla 6, donde se muestra los diferentes porcentajes en pesos (gr) para la aplicación de los aglomerantes con los porcentajes propuestos de acuerdo al suelo encontrado en nuestra zona de estudio, siendo el tipo de suelo GC y MH los suelos más predominantes. Esta investigación guarda relación con la metodología investigada debido a que se estudian diferentes porcentajes de aglomerantes de acuerdo a las características de cada suelo para su posterior aplicación.
- Sobre demostrar los efectos de la permeabilidad del suelo cohesivo estabilizado con la incorporación de aglomerantes naturales, (Jijo *et al.* 2018), indican que la permeabilidad no es fundamental en las propiedades de ingeniería para la estabilización, por lo que la zona de estudio solo es afectada por las bajas propiedades de resistencia del suelo mas no por cambios climáticos (lluvia). Por otro lado, la tabla 7 en nuestra investigación muestra los resultados de permeabilidad del suelo estabilizado dando con resultado una permeabilidad muy baja en las calicatas 3 y 9, para las calicatas 5 y 11 una permeabilidad media. Esta investigación no guarda relación a la

metodología investigada ya que nuestra investigación se estudia la porosidad que tiene el suelo.

- Respecto a analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado con los aglomerantes naturales, (Amirialian *et al.* 2012), (Jara, 2014) y (Afolayan, 2017), hacen referencia que la resistencia del suelo estabilizado aumenta de manera significativa con respecto a la resistencia del suelo natural, incrementando la resistencia del CBR, disminuyendo la densidad seca máxima y aumentando el contenido de humedad al ser estabilizado con aglomerantes naturales. Las figuras 4 y 5 de nuestra investigación muestran los resultados positivos del ensayo de Proctor modificado, asimismo se muestran las figuras 6 y 7 donde se observan los resultados de CBR, que, al adicionarle los aglomerantes en diferentes porcentajes al suelo, aumenta su resistencia considerablemente. Las investigaciones guardan relación a la metodología investigada debido a que los resultados obtenidos son el aumento de las propiedades de resistencia al estabilizar el suelo.
- Sobre determinar económicamente el costo unitario de la estabilización con aglomerantes naturales, (Cuadros, 2017), afirma que a través de una evaluación que se realizó al suelo en estudio, sus costos reducen en un 44.41% entre el proceso de mejorar el suelo con cal, siendo así que queda demostrado una ventaja económica al estabilizar el terreno tanto económica como física. La tabla 8, de nuestra investigación muestra los costos unitarios de los aglomerantes para estabilizar el suelo, teniendo como resultados una reducción de precios al aplicar estos aglomerantes con respecto al suelo natural, también se determinó que la utilización de la cal es mejor en costos con respecto al yeso. Por lo que esta investigación guarda relación con la metodología investigada debido a que se hace una comparación de costos para determinar la mejor aplicación al suelo, tal es así que ambas investigaciones reducen sus costos con la incorporación de la cal.

- Sobre proponer la dosificación ideal de los aglomerantes naturales, (Al-Swaidani *et al.* 2016), hace referencia que con agregar 8% de cal al suelo natural esta aumenta su resistencia, por lo que es el porcentaje más adecuado para estabilizar el suelo a diferencia del 0% y el 4% también propuestos en la investigación. Mientras que en las figuras 10 y 11 de nuestra investigación, se muestra una comparación de mejores resultados de aplicación de aglomerantes naturales, dando como resultados que la cal al 5% y el yeso al 4.5% llegan a una óptima dosificación para estabilizar el suelo. Esta investigación no concuerda con lo desarrollado debido a que el suelo a estabilizar mejora con el 5% de cal, esto es por las propiedades del suelo encontrados en el terreno estudiado, por lo que al tener suelos GC y MH estos se aumentan sus propiedades de resistencia con este porcentaje, a diferencia del uso del 8% de cal en la investigación de Al-Swaidani.

## VI. CONCLUSIONES.

1. Se describió las características geotécnicas del suelo cohesivo de la carretera Tacabamba a Peña Blanca, determinado que esta carretera que tiene una gran presencia de gravas arcillosas (GC), también cuenta con una notable presencia de limos inorgánicos de alta plasticidad (MH) y una escasa presencia de arcillas inorgánicas de alta plasticidad en su suelo.
2. Luego, la resistencia encontrada en el suelo cohesivo de la zona de estudio, tienen una característica de resistencia al corte, media de 19.3 kg/cm<sup>2</sup> en los suelos con presencia de gravas arcillosas y baja de 4.2 kg/cm<sup>2</sup> para los suelos limo inorgánicos determinado mediante el ensayo de CBR al 95% normado en el ASTM.
3. Por consiguiente, se identificó que la cal tiene menor presencia de finos con respecto al yeso, por otro lado, la cal es más trabajable con respecto a su contenido de humedad, ya que el yeso tiene un sistema de fraguado más rápido cuando entra en contacto con el agua.
4. Los aglomerantes naturales se aplicaron mediante porcentajes de 3%, 5% 7% para la cal, y 1.5%, 3%, 4.5% para el yeso en la estabilización de suelos cohesivos, concluimos que los porcentajes en pesos reales de cal adicionados al suelo natural son 174.69 gr, 291.15 y 407.61gr, mientras que para el yeso 87.35 gr 174.69 gr y 262.04 gr siendo estos porcentajes adecuados para llevar a cabo las mezclas de suelo.
5. Para analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado con los aglomerantes naturales, se llega a concluir que el uso de 5% de cal aumenta las propiedades del suelo natural en un 53.6% del CBR al 95%, al igual que la adición de 4.5% yeso aumenta 39.63% del CBR al 95%.
6. Para los efectos de la permeabilidad que tiene el suelo cohesivo estabilizado, se determinó que se tiene una permeabilidad baja (0.0000095325 cm/seg) en suelos que presentan limos, y media (0.000115861cm/seg) en presencia de gravas.

7. En cuanto al costo unitario de la estabilización con los aglomerantes naturales, se dedujo que los costos de la aplicación en 3 m<sup>3</sup>/h para la cal es S/.165.976 y para el yeso S/.175.976, siendo la cal el aglomerante más económico, reduciendo su costo en 5.68% para su aplicación.
  
8. Respecto a la dosificación ideal del aglomerante natural en la estabilización de suelos cohesivos, concluimos que la incorporación de 5% de cal al suelo natural da buenos resultados, ya que la adición del 5% aumenta considerablemente los valores de CBR en un 53.6% con respecto al suelo natural.
  
9. Finalmente, para la hipótesis planteada se determinó que la incorporación de aglomerantes naturales si influye de manera significativa en la evaluación técnica y económica incrementando la resistencia del suelo y reduciendo sus costos en la aplicación de estabilización de suelos cohesivos.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

1. Para la correcta descripción de las características geotécnicas del suelo cohesivo, se recomienda inspeccionar que los equipos se encuentren equilibrados según norma ASTM, para realizar los ensayos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad, y proceder con su clasificación según AASHTO y SUCS.
2. Al momento de reconocer técnicamente la resistencia del suelo cohesivo es recomendable que el proceso sea cuidadosamente elaborado para obtener datos del Proctor modificado y CBR sin ninguna alteración.
3. En cuanto a identificar las características físicas de los aglomerantes naturales se recomienda realizar los ensayos con los equipos apropiados y el uso del equipo de protección personal (EPP), ya que estos materiales pueden ser dañinos al ser manipulados sin ninguna protección.
4. Para la correcta aplicación de los aglomerantes naturales mediante porcentajes se recomienda que el suelo natural se encuentre completamente seco para no tener problemas en el proceso de las mezclas del suelo natural en adición con los aglomerantes.
5. Es recomendable que, para analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado, las muestras a utilizar sean previamente estabilizadas de manera cuidadosa, para que al momento ejecutarse los ensayos correspondientes los valores que arrojen sean los más exactos posible.
6. Para la correcta demostración de los efectos de la permeabilidad se recomienda escoger las mejores muestras representativas ya que el tamaño de los poros del suelo reviste gran importancia con respecto a la tasa de filtración (movimiento del agua dentro del suelo) y percolación (movimiento del agua a través del suelo).

7. Al determinar económicamente el costo unitario de la estabilización con los aglomerantes se recomienda que estos costos sean obtenidos en la zona de estudio o cerca a ello, para que puedan ser menores los precios de acarreo del material y de la aplicación.
  
8. Para proponer la dosificación ideal de los aglomerantes naturales se recomienda que sean porcentajes menores a 6%, ya que dieron buenos resultados, teniendo un aumento considerable en sus propiedades de resistencia aplicada en menores cantidades.

## REFERENCIAS

AFOLAYAN, Olaniyi. Evaluation of the effect of lime and cement on the engineering properties of selected soil in a university in southwestern Nigeria. *Journal of advancement in engineering and technology* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 5. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/144875452.pdf>

ISSN: 2348-2931

AKBAR, Ali, *et al.* Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering* [en línea]. Diciembre 2017, n.º 26. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2020]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9>

AL-ALAWI, Hilal, GANIYU, Abideen y BADR, Atef. Stabilisation of sohar's sabkha soil using waste gypsum plasterboard. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, vol. 849. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/849/1/012028>

ALRUBAYE, Ali, HASAN, Muzamir y FATTAH, Mohammed. Engineering properties of clayey soil stabilized with lime. *Journal of Engineering and Applied Sciences* [en línea]. Febrero 2016, vol.11, n.º 4. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2021]. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Mohammed-Fattah-4/publication/295605758\\_Engineering\\_properties\\_of\\_clayey\\_soil\\_stabilized\\_with\\_lime/links/56d03e4e08ae059e375ccfc7/Engineering-properties-of-clayey-soil-stabilized-with-lime.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mohammed-Fattah-4/publication/295605758_Engineering_properties_of_clayey_soil_stabilized_with_lime/links/56d03e4e08ae059e375ccfc7/Engineering-properties-of-clayey-soil-stabilized-with-lime.pdf)

ISSN: 1819-6608

AL-SWAIDANI, Araf, HAMMOUD, Ibrahim y MEZIAB, Ayman. Effect of adding natural pozzolana on geotechnical properties of lime-stabilized clayey soil. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [en línea]. Abril 2016, n.º 8. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrmge.2016.04.002>

AMIRALIAN, Saeid, CHEGENIZADEH, Amin y NIKRAZ, Hamid. A review on the lime and fly ash application in soil stabilization. *International Journal of Biological,*

*Ecological and Environmental Sciences (IJBEES)* [en línea]. 2012, vol. 1. n.º 3. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2020]. Disponible en [https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/27037/189858\\_189858.pdf?isAllowed=y&sequence=2](https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/27037/189858_189858.pdf?isAllowed=y&sequence=2)

ISSN: 2277-4394

ARRIETA, Jair, *et al.* Optimizing the evolution of strength for lime-stabilized rammed soil. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [en línea]. Agosto 2019, vol. 11. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.10.008>

ASHRAF, Mohammad, *et al.* Stabilization of soil by mixing with different percentages of lime. *International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development* [en línea]. Febrero 2018. [Fecha de consulta: 16 de setiembre de 2020]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/323880919\\_Stabilization\\_of\\_soil\\_by\\_mixing\\_with\\_different\\_percentages\\_of\\_lime](https://www.researchgate.net/publication/323880919_Stabilization_of_soil_by_mixing_with_different_percentages_of_lime)

BUDHU, Muni. Soil mechanics and foundations. 3.<sup>a</sup> ed. New York: John wiley & sons, inc. 2011. 761 pp. disponible en [https://www.academia.edu/34235464/Budhu\\_SOIL\\_MECHANICS\\_AND\\_FOUNDATIONS\\_pdf](https://www.academia.edu/34235464/Budhu_SOIL_MECHANICS_AND_FOUNDATIONS_pdf)

ISBN 978-0-470-55684-9

CUADROS, Claudia. Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana los andes, 2017. Disponible en <https://docplayer.es/108283492-Universidad-peruana-los-andes.html>

DANG, Liet, FATAHI, Behzad y KHABBAZ, Hadi. Behaviour of expansive soils stabilized with hydrated lime and bagasse fibres. *Elsevier* [en línea]. 2016, vol. 143.

[Fecha de consulta: 17 de abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.093>

GAVILANES, Erick. Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad internacional de Ecuador, 2015. Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>

GVLN, Murthy, *et al.* Chemical stabilization of sub-grade soil with gypsum and nacl. *International Journal of Advances in Engineering & Technology* [en línea]. Octubre 2016, vol.9, n.º 5. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en <https://search.proquest.com/openview/570fbc435fdf554cd8ea57cacd2f46f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1486350>

ISSN: 22311963

HAMEED, Zaid, RAIHAN, Mohd. A review of stabilization of soils by using nanomaterials. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* [en línea]. 2013, vol. 7, n.º 2. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2021]. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Zaid-Majeed/publication/249964262\\_A\\_Review\\_of\\_Stabilization\\_of\\_Soils\\_by\\_using\\_Nanomaterials/links/0c96051e773c9d641f000000/A-Review-of-Stabilization-of-Soils-by-using-Nanomaterials.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Zaid-Majeed/publication/249964262_A_Review_of_Stabilization_of_Soils_by_using_Nanomaterials/links/0c96051e773c9d641f000000/A-Review-of-Stabilization-of-Soils-by-using-Nanomaterials.pdf)

ISSN: 1991-8178

HARICHANE, Khelifa, GHRICI, Mohamed y KENAI, Said. Stabilization of algerian clayey soils with natural pozzolana and lime. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* [en línea]. 2018, vol. 62, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 de marzo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.3311/PPci.9229>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGRAW-HILL de España, S.A. 2014. 634 pp.

Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0

JARA, Robinson. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2014. Disponible

en

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/686/T%20631.4%20J37%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JARRE, Cesar, *et al.* Impacto de la utilización de puzolanas naturales ecuatorianas. *Reimat* [en línea]. Enero-junio 2017, vol. 2, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021]. Disponible

en

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/931/827>

ISSN: 2588 -0721

JAYAPAL, J, *et al.* Weak soil stabilization using different admixtures- a comparative study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* [en línea]. Octubre 2014, vol. 3. [Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2020].

Disponible

en

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak\\_soil\\_stabilization\\_using\\_diff](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-)  
[erent\\_admixtures\\_a\\_comparitive\\_study\\_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&re](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-)  
[sponse-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-)

[sponse-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[disposition=inline%3B+filename%3DIJERT\\_Weak\\_Soil\\_Stabilization\\_using\\_Diff.p](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[df&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUe](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[rR1YXRG5G~Q-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)

[JVxHMsUyE2ngweahct5HrfpzJxwlrVJBUWO2SKIJIuNIP0Nq2BeGsr1l~bBsL5xEz](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[biuAKxyQ0HDNk6KIhWoWgBBblggXbY2Lh4~RdQ7YMcJycKcEEq50teq8Y2h58G](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[NjTdk-8OfNjRdhSUX6Gle4T4emc74IRs-XS23LiBkamdlocBOs-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)

[4sksNsJg6jdKW1uU7xo3bxVdi7XADXycAPaeUExl4jkIMBy6yFVPrneKouWcTLSh](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[ZhQvJ2LPawMIWsDcvf6KuOxHsr84-HVNG8yWP8We~KC6NBsIIFQA\\_\\_&Key-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)  
[Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451041/weak_soil_stabilization_using_different_admixtures_a_comparitive_study_IJERTV3IS100068.pdf?1610966903=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Weak_Soil_Stabilization_using_Diff.pdf&Expires=1618692245&Signature=gBZ7lp4s7zbg3Xrl3Zow0Gkw8yKgTTpIMtUerR1YXRG5G~Q-)

ISSN: 0973-4562

JIJO, James y KASINATHA, P. Industrial wastes as auxiliary additives to cement/lime stabilization of soils. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. Enero 2016, vol. 2016. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2016/1267391>  
ISSN: 1687-8094

JIJO, James, *et al.* Pozzolcinic benefit of fly ash and steel slag blends in the development of uniaxial compressive strength of lime stabilized soil. *Facultad de ingeniería* [en línea]. Setiembre-diciembre 2018, vol. 27, n.º 49. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-11292018000300007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292018000300007)  
ISSN: 0121 – 1129

JOE, Adams y RAJESH, Maria. Soil stabilization using industrial waste and lime. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology* [en línea]. Julio 2015, vol. 4. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57794662/121198.pdf?1542523712=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSOIL\\_STABILIZATION\\_USING\\_INDUSTRIAL\\_WAST.pdf&Expires=1618793591&Signature=G2EU1JzhoujrBlbccbz7-j2GdzolvJM7dLSuvy~TDnzLMxU6j38ZFQQ4IDJrUQ13m4aCdhczwHc4wxBusefuOAFldbTRtMNnPdQ6P9AmSD58CSTAtsZt6phlz8JU470wRBIX43AUcfp-M5UPIP4vHqnRw7r1eChMFkyTV7e8WID0vccMx~7wSfUilog1TSQ1HkFMKITBnTZckwwl~GCnBTkeNJ9IRnlNq5Yr7Ra~8lQnC1hloNoeDWcf2LdHQkUAtAux5G2bJ-a8QEUXTRYaFtd340AcPMq986nL5L--o2WLtCJenxMVvE9XVzgTdRJGyFGZ1Mtu9VufwW02Pn1g\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57794662/121198.pdf?1542523712=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSOIL_STABILIZATION_USING_INDUSTRIAL_WAST.pdf&Expires=1618793591&Signature=G2EU1JzhoujrBlbccbz7-j2GdzolvJM7dLSuvy~TDnzLMxU6j38ZFQQ4IDJrUQ13m4aCdhczwHc4wxBusefuOAFldbTRtMNnPdQ6P9AmSD58CSTAtsZt6phlz8JU470wRBIX43AUcfp-M5UPIP4vHqnRw7r1eChMFkyTV7e8WID0vccMx~7wSfUilog1TSQ1HkFMKITBnTZckwwl~GCnBTkeNJ9IRnlNq5Yr7Ra~8lQnC1hloNoeDWcf2LdHQkUAtAux5G2bJ-a8QEUXTRYaFtd340AcPMq986nL5L--o2WLtCJenxMVvE9XVzgTdRJGyFGZ1Mtu9VufwW02Pn1g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)  
ISSN: 2278-0882

LIU, Yuyi, *et al.* Utilization of cementitious material from residual rice husk ash and lime in stabilization of expansive soil. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. Abril

2019, vol. 2019. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2019/5205276>

ISSN: 1687-8094

LOYOLA, Christian, RIVAS, Juan y GACITÚA, María. Permeabilidad del suelo de la cuenca del río Chillán, entre Estero Peladillas y río Ñuble, Chile. *Revista colombiana de geografía* [en línea]. Enero-junio 2015, vol. 24, n.º1. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v24n1/v24n1a6.pdf>

ISSN: 0121 - 1215X

LUNA, Claudio. Propuesta para la elaboración de presupuestos por medio de una metodología estructurada y herramientas de cómputo, como opción alternativa al software existente, para su uso en la dirección general de ingenieros de la secretaría de la defensa nacional. Tesis (Grado de maestría en ingeniería con especialidad en administración de la construcción). México: Universidad Iberoamericana, 2010. Disponible en <http://ri.ibero.mx/handle/ibero/1202>

MEHTA, Kavish, *et al.* Analysis of engineering properties of black cotton soil & stabilization using by lime. *Journal of Engineering Research and Applications* [en línea]. Mayo 2014, vol. 4. [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2020]. Disponible en

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34209322/E045032532.pdf?1405459070=&response-content->

[disposition=inline%3B+filename%3DAnalysis\\_of\\_Engineering\\_Properties\\_of\\_Bl.pdf&Expires=1618793662&Signature=cPYwJu0~majTWWrnYhNYT61E663AtKrWvzBw8f0MaQ-U6auRvZDS75Y4m7dslCXfx489l2HtLgmpnUtKSIndrRhRmfeXZ2wL-ZDSWJLpTKB-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34209322/E045032532.pdf?1405459070=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalysis_of_Engineering_Properties_of_Bl.pdf&Expires=1618793662&Signature=cPYwJu0~majTWWrnYhNYT61E663AtKrWvzBw8f0MaQ-U6auRvZDS75Y4m7dslCXfx489l2HtLgmpnUtKSIndrRhRmfeXZ2wL-ZDSWJLpTKB-)

[XcZofYpE2qo79qItA2scRHJbQiYdDPM4levbfETuoSQRzbeRn2HUj7hBzA6WkDBXfA3cTYAL1RaMMcBkCco9awDV77kR0ocGZW1SJMLTqRN68lt5i5F0UtvfY-CFfjmQv5JdzWj33J8RHxJAjvMXqG6v4J1X~zJ-miDLnKR1uxL-fWa99EQS-t2KC2D58mHdUjj1l-yqFNpZxkC5T4bo4AZ-unnTSAwZaCHyjU7NPg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34209322/E045032532.pdf?1405459070=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalysis_of_Engineering_Properties_of_Bl.pdf&Expires=1618793662&Signature=cPYwJu0~majTWWrnYhNYT61E663AtKrWvzBw8f0MaQ-U6auRvZDS75Y4m7dslCXfx489l2HtLgmpnUtKSIndrRhRmfeXZ2wL-ZDSWJLpTKB-XcZofYpE2qo79qItA2scRHJbQiYdDPM4levbfETuoSQRzbeRn2HUj7hBzA6WkDBXfA3cTYAL1RaMMcBkCco9awDV77kR0ocGZW1SJMLTqRN68lt5i5F0UtvfY-CFfjmQv5JdzWj33J8RHxJAjvMXqG6v4J1X~zJ-miDLnKR1uxL-fWa99EQS-t2KC2D58mHdUjj1l-yqFNpZxkC5T4bo4AZ-unnTSAwZaCHyjU7NPg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

ISSN: 2248-9622

MOALE, Alexandra y RIVERA, Ebdy. Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de ciencias aplicadas, 2019. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648846>

PALLI, Edwin. Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad nacional del altiplano, 2015. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2444>

PARRA, Manuel. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad católica de Colombia, 2018. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22856/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MANUEL%20GERARDO%20PARRA%20GOMEZ%20505587.pdf>

RUANO, Denis. Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_882a50ca97767016a91cb8124b19e3fb](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_882a50ca97767016a91cb8124b19e3fb)

SABERIAN, M y RAHGOZAR, M. Geotechnical properties of peat soil stabilised with shredded waste tyre chips in combination with gypsum, lime or cement. *Mires and Peat* [en línea]. 2016, vol. 18. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2021]. Disponible en [10.19189 / MaP.2015.OMB.211](https://doi.org/10.19189/ma.2015.OMB.211)  
ISSN: 1819-754x

SÉRGIO, Reginaldo, *et al.* Soil stabilization with lime for the construction of forest roads. *Floresta e ambiente* [en línea]. 2018, vol. 25, n.º 2. [Fecha de consulta: 13

de abril de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.007715>  
ISSN: 2179-8087

SHANKAR, Yuvan, *et al.* Soil stabilization using plastics and gypsum. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management* [en línea]. Enero 2019, vol. 2. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2021]. Disponible en [https://www.ijresm.com/Vol.2\\_2019/Vol2\\_Iss1\\_January19/IJRESM\\_V2\\_I1\\_84.pdf](https://www.ijresm.com/Vol.2_2019/Vol2_Iss1_January19/IJRESM_V2_I1_84.pdf)  
ISSN: 2581-5792

SUNEEL, B y PREETHI, T. Behavior of clayey soil stabilized with rice husk ash & lime. *International Journal of Engineering Trends and Technology* [en línea]. Mayo 2014, vol. 11, n.º 1. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2020]. Disponible en <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1067.278&rep=rep1&type=pdf>  
ISSN: 2231-5381

SURESH, B, MUKES, S y KARTHIKEYAN, C. Soil stabilization using lime. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Science* [en línea]. 2018, vol. 05. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2021]. Disponible en <http://ijmtes.com/wp-content/uploads/2018/04/IJMTES050508.pdf>  
ISSN: 2348 – 3121

TULAK, Yohanis, *et al.* Performance of laterite soil stabilized with lime and cement as a road foundation. *International Journal of Applied Engineering Research* [en línea]. 2017, vol. 12, n.º 14. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020]. Disponible en [https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n14\\_82.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n14_82.pdf)  
ISSN: 0973-4562

VÁSQUEZ, Alexander. Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8013>

WANG, Yixian, *et al.* Behavior of fiber-reinforced and lime-stabilized clayey soil in triaxial tests. *Applied sciences* [en línea]. Marzo 2019, vol. 9, n.º 5. [Fecha de consulta: 16 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/app9050900>

YBARRA, Josuki, *et al.* Análisis de los métodos utilizados para realizar la extracción de las rocas metamórficas y sus aplicaciones en obras civiles. Trabajo de investigación. Puerto Cabello: Universidad nacional experimental "Francisco de Miranda" UNEFM, 2014. Disponible en <https://es.scribd.com/document/324911330/Trabajo-Investigacion-Materiales-Aglomerados-Final>

YILMAZ, Faith, ALPER, Hakan y SADOGLU, Erol. Soil stabilization with using waste materials against freezing thawing effect. *International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering* [en línea]. 2015, vol. 128, n.º 2. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2021]. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Hakan-Kamiloglu/publication/283279289\\_Soil\\_Stabilization\\_with\\_Using\\_Waste\\_Materials\\_against\\_Freezing\\_Thawing\\_Effect/links/56cc46d308aee3cee54366d2/Soil-Stabilization-with-Using-Waste-Materials-against-Freezing-Thawing-Effect.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hakan-Kamiloglu/publication/283279289_Soil_Stabilization_with_Using_Waste_Materials_against_Freezing_Thawing_Effect/links/56cc46d308aee3cee54366d2/Soil-Stabilization-with-Using-Waste-Materials-against-Freezing-Thawing-Effect.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Suelos cohesivos (variable dependiente)	Ruano (2012 p. 4). Suelo cohesivo se denomina al terreno que tiene partículas que se atraen entre ellas, las cuales son originadas por el agua y las fuerzas moleculares. Es por esto que la cohesión variará según el contenido de humedad.	Es importante identificar las características geotécnicas que presenta el suelo con respecto a su granulometría, sus límites y peso específico para tener un claro análisis técnico referente a su resistencia	Características geotécnicas	Granulometría (mm)	Razón
				Límites de consistencia (%)	
				Contenido de humedad (%)	
				Peso específico (gr/cc)	
			Técnica de resistencia del suelo	CBR (kg/cm <sup>3</sup> , mm)	Razón
				Proctor de suelo cohesivo (gr/cm <sup>3</sup> , %)	

Fuente: Elaborado por los investigadores

Continuación de tabla de operacionalización de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
Evaluación técnico económico de aglomerantes naturales (variable independiente)	Ybarra, y otros (2014 p. 13). Se denomina aglomerante natural al material que se encuentra en algunas partes del suelo de forma natural y tiene por propiedad la unión de uno o varios tipos de partículas y dar cohesión en	Hace referencia al estudio técnico y económico de la aplicación de los aglomerantes naturales para mejorar la resistencia de un suelo cohesivo y así analizar de manera técnica y económica para proponer la dosificación ideal con el	Características físicas	Granulometría (mm)	Razón
				Contenido de humedad (%)	
				Peso específico (gr/cc)	
			Porcentajes de aplicación aglomerantes naturales	3% peso de suelo cohesivo(cal)	Razón
				5% peso de suelo cohesivo (cal)	
				7% peso de suelo cohesivo (cal)	
				1.5% peso del suelo cohesivo(yeso)	
				3% peso del suelo cohesivo (yeso)	
				4.5% peso del suelo cohesivo (yeso)	

	conjunto por efectos físicos	aglomerante que de mejores resultados	Resistencia del suelo estabilizado	Proctor (gr/cm <sup>2</sup> , %)	Razón
				CBR (kg/cm <sup>3</sup> , mm)	
			Permeabilidad	Porosidad (cm/seg)	Razón
			Economía de la estabilización	Costo de adquisición	Razón
				Costo de transporte del material	
				Costo de proceso de adquisición	
			Dosificación	Porcentajes de mejores resultados	Razón

Fuente: Elaborado por los investigadores.

**ANEXO 2.** Instrumentos a utilizar para la recolección de datos.

<b>INSTRUMENTOS</b>	
Gabinete	Laptops
	Manual técnico de carreteras 2019 (MTC)
	Libros, Artículos,
	Programas: AutoCAD, Autocad Civil 3D, Word, Excel
Campo	Cámara
	Estación total
	Nivel topográfico
	Jalones
	GPS topográfico
	Cinta métrica
	Para el estudio de mecánica de suelos:
	Pico y palana
	Calicatas
	Bandejas
	Balanza
	Juego de tamices
	Horno
	Equipo para ensayo de limites
	Equipo para ensayo de CBR
Equipo para ensayo de Proctor	
Formatos para Resultados	Formato para el conteo vehicular (IMDA)
	Formato para el ensayo granulométrico
	Formato para el contenido de humedad
	Formato para los límites de Atterberg
	Formato para CBR
Formato para Proctor	

Fuente: Elaborado por los investigadores.

### ANEXO 3. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué manera influye en la estabilización de suelos cohesivos la evaluación técnica y económica de los aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km. (0+000 – 10+100) Tacabamba Cajamarca?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la Estabilización de suelos cohesivos mediante evaluación técnico económica de aglomerantes naturales, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> </ul>	La incorporación de aglomerantes naturales influye de manera significativa en la evaluación técnica y económica incrementando la resistencia del suelo y reduciendo sus costos en la aplicación de la estabilización de suelos, carretera Peña Blanca km. (0+000 –	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Suelos cohesivos</p>	<p><b>De acuerdo al fin que se persigue:</b></p> <p>Investigación Básica</p> <p><b>De acuerdo a la técnica de contrastación:</b></p> <p>Investigación Experimental</p> <p><b>De acuerdo al régimen de investigación:</b></p> <p>Investigación Libre</p>	<p>Carretera Cumpampa</p> <p>Carretera Chumar alto</p> <p>Carretera Cullanmayo</p> <p>Carretera Choaguit</p> <p>Carretera Chucmar</p> <p>Carretera Peña Blanca</p>	<p><b>TÉCNICA:</b></p> <p>Observación</p>	<p>Al siguiente trabajo de investigación se le realizarán estudios de mecánica de suelos y una comparación de aglomerantes mediante el cual se verá el más económico, este se aplicara en la carretera a Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, se incorporará cal y yeso para obtener pruebas las cuales confirmen la hipótesis, dándole así la veracidad correspondiente, donde los resultados serán presentados mediante</p>
	<p><b>Objetivos Específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Describir las características geotécnicas del suelo cohesivo de la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca</li> <li>Reconocer técnicamente la resistencia del suelo cohesivo en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> <li>Identificar las características físicas de los aglomerantes naturales de la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> <li>Aplicar los aglomerantes naturales mediante porcentajes de cal (3%, 5%, 7%) y yeso (1.5%, 3%, 4.5%) en la estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> <li>Analizar técnicamente la resistencia del suelo cohesivo estabilizado con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> </ul>		<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Aglomerantes naturales</p>		<p>La muestra a estudiar en la investigación es la carretera a Peña Blanca que cuenta con una distancia de 10+100km</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar los efectos de la permeabilidad del suelo cohesivo estabilizado con la incorporación de aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> <li>• Determinar económicamente el costo unitario de la estabilización con los aglomerantes naturales en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> <li>• Proponer la dosificación ideal de los aglomerantes naturales en la estabilización de suelos cohesivos en la carretera Peña Blanca km.0+000 al km.10+100, Tacabamba, Cajamarca.</li> </ul>	10+100) Tacabamba Cajamarca.					resúmenes de información teniendo en cuenta los datos de los ensayos: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Peso específico, Contenido de humedad, Proctor y CBR.
--	---	------------------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Elaborado por los investigadores.

**ANEXO 4.** Formato de conteo vehicula, carretera Peña Blanca, febrero 2021.

<b>CONTEO VEHICULAR DE LA CARRETERA TACABAMBA A PEÑA BLANCA</b>								
	<b>DÍAS</b>	<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>						<b>TOTAL</b>
		<b>Moto taxi</b> 	<b>Moto lineal</b> 	<b>Auto</b> 	<b>Combis</b> 	<b>Camión 3E</b> 	<b>Camión 4E</b> 	
<b>TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA</b>	Lunes	12	8	10	20	5	0	
	Martes	8	5	8	17	4	1	
	Miércoles	10	6	8	15	3	0	
	Jueves	9	5	7	18	3	0	
	Viernes	7	7	9	16	2	0	
	Sábado	11	4	10	20	5	2	
	Domingo	12	5	9	19	4	1	
<b>TOTAL SEMANA (lun-dom)</b>		69	40	61	125	26	4	<b>325</b>
<b>IMDs (<math>\sum Vi / 7</math>)</b>		10	6	9	18	4	1	<b>46</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

## ANEXO 5. Cartas de presentación y aceptación



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Chiclayo, 26 de enero de 2020

**Oficio N.º 007-2021-UCV-EPIC**

**Señor(a):**  
*Agip Rojas Walter*  
Municipalidad Provincial de Tacabamba.

De mi especial consideración:

Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad César Vallejo de Chiclayo y desearle todo tipo de éxitos en su gestión al frente de su representada.

Asimismo, informarle que la Escuela Profesional de Ingeniería Civil ha previsto en su plan de estudios, el curso de **Proyecto de investigación**, el mismo que contribuirá en la carrera profesional de nuestros estudiantes, por esta razón, es nuestro interés solicitarle las facilidades y el apoyo necesario para que la siguiente estudiante del **IX** ciclo de la escuela profesional de Ingeniería Civil puedan obtener la autorización para elaborar su proyecto sobre "**EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS, CARRETERA COMUNIDAD PEÑA BLANCA KM (0+000-10+100) TACABAMBA CAJAMARCA**"

ESTUDIANTE	CÓDIGO	DNI
TENORIO SEGURA LEILA	7001017297	75136634
ZEGARRA FLORES JAIR RONALDO	7000738223	74554108

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente,

**Mgtr. Robert Edinson Suclupe Sandoval**  
Coordinador de EP de Ingeniería Civil  
UCV- Filial Chiclayo



*Municipalidad Distrital De Tacabamba*  
Provincia Chota - Región Cajamarca.  
*"Juntos Construyendo el Cambio"*  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



Tacabamba, 03 de febrero de 2021.

**CARTA N° 022-2021-MDT/A**

Señor (a).

**Mgr. Robert Edinson Suclupe Sandoval**  
Coordinador de EP de Ingeniería Civil  
UCV-Filial Chiclayo

Asunto: Autorización para ejecución de Proyecto de Investigación

Ref.: Carta N° 007-2021-UCV-EPIC

De mi consideración:

Por medio del presente, expreso mi saludo cordial y a la vez en relación al documento de la referencia, comunico a usted la Autorización para el desarrollo del Proyecto de Investigación denominado "EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS, CARRETERA COMUNIDAD PEÑA BLANCA KM (0+000-10+100) TACABAMBA CAJAMARCA", de los estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil **TENORIO SEGURA LEILA**, con Código de Estudiante N° 7001017297; **ZEGARRA FLORES RONALDO**, con Código de Estudiante N°7000738223.

Finalmente, expresarle que es responsabilidad de los estudiantes ejecutar el desarrollo de su Proyecto de Investigación debiendo contar con los instrumentos logísticos, económicos y humanos que demande la ejecución de la presente autorización.

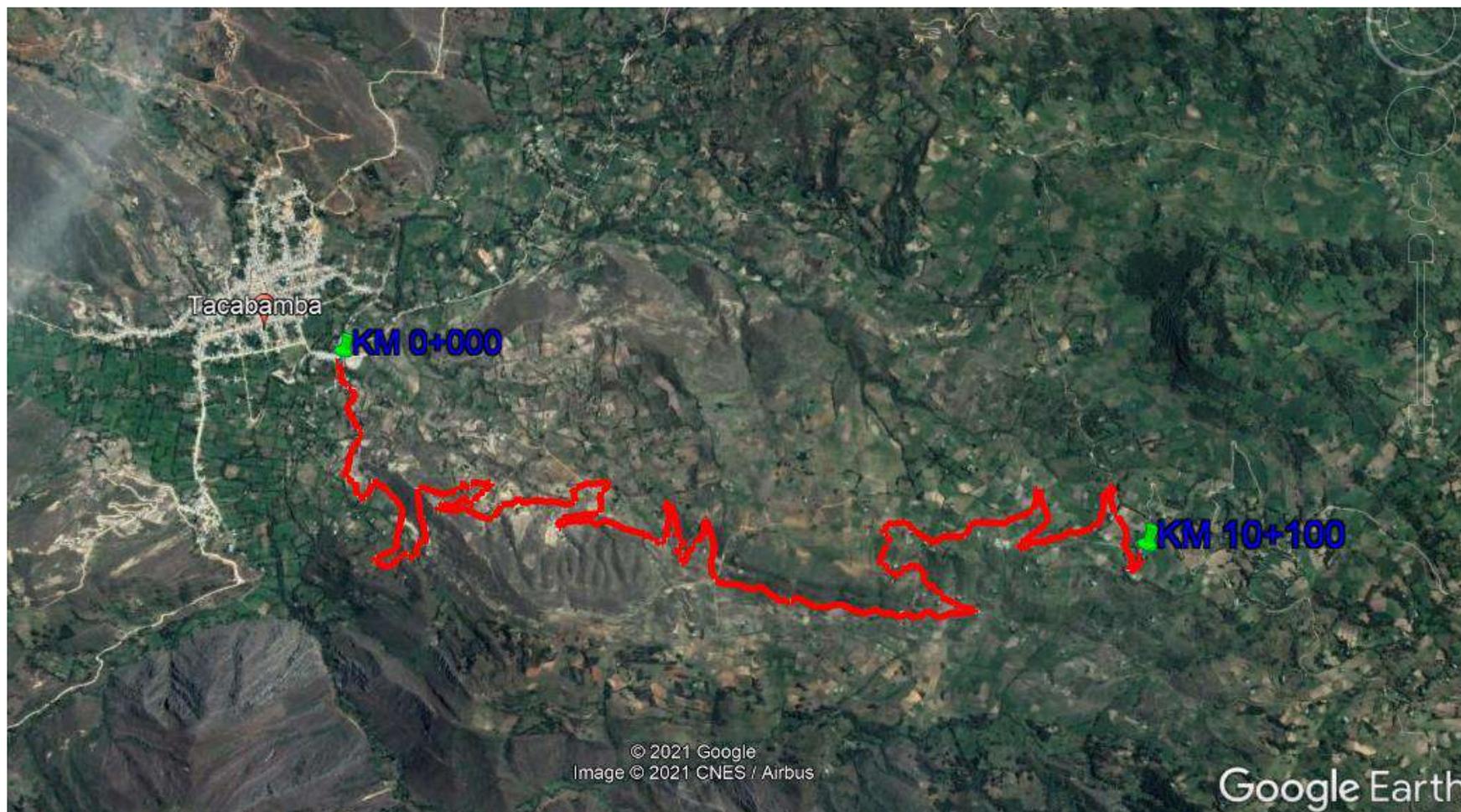
Sin otro en particular me despido de usted.

Atentamente;

MUNICIPALIDAD DISTRITAL TACABAMBA  
Walter Andrés Rojas  
ALCALDE

## ANEXO 6. Panel fotográfico

Figura 12: Vista satelital de la carretera Tacabamba a Peña Blanca, 2021.



Fuente: Google Earth.

Figura 13: Situación actual de la carretera Peña Blanca, km 5+200, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 14: Situación actual de la carretera Peña Blanca, km 8, 2021



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 15: Carretera Peña Blanca, Tacabamba, Chota, punto de inicio de la carretera (km0+000), 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 16: Carretera Peña Blanca, Tacabamba, Chota, Excavación de calicata N°7 (km.6+000-7+000), 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 17: Carretera Peña Blanca, Tacabamba, Chota, medición de la carretera para su delimitación, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 18: Carretera Peña Blanca, Tacabamba, Chota, visita a la zona de estudio, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 19: Carretera Peña Blanca, Tacabamba, Chota, tránsito vehicular en la zona de estudio, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 20: Selección de muestra del suelo para el ensayo granulométrico, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 21: Tamizado de la muestra de suelo seleccionada para el ensayo de granulometría, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 22: Ensayo de limite líquido para determinar el índice de plasticidad del suelo estabilizado.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 23: Ensayo de límite plástico, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 24: Ensayo de Proctor modificado del suelo natural para determinar la resistencia, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores

Figura 25: Curado de las muestras de suelo del ensayo de CBR para la penetración, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 26: Penetración del CBR de la muestra del suelo natural, 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

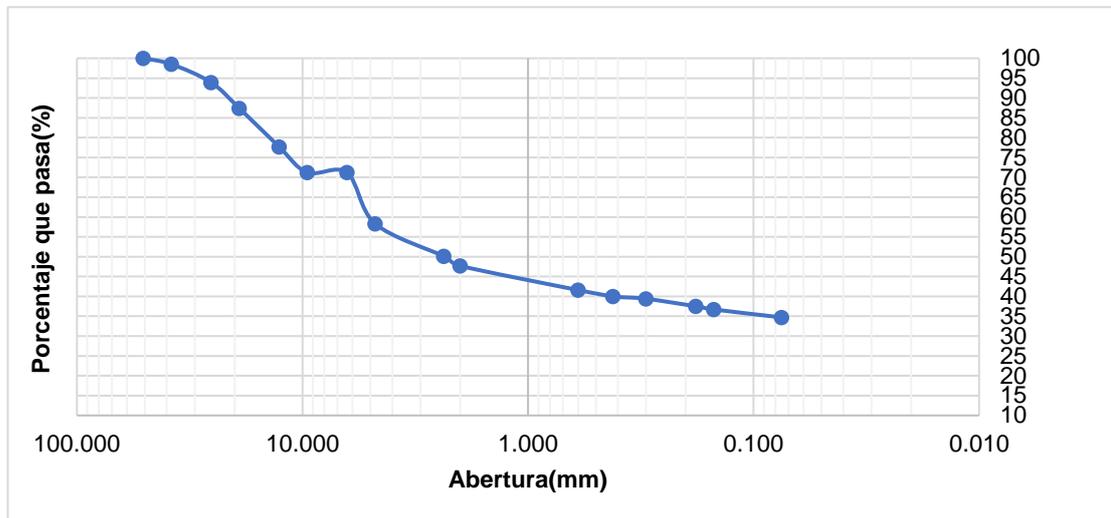
**ANEXO 7. Ensayo de granulometría del suelo natural**

**Tabla 9:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°01 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>		
<b>Tamiz</b>	<b>Abertura(mm)</b>	<b>% Que pasa</b>
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	100
1 1/2"	38.100	98.5
1"	25.400	93.9
3/4"	19.050	87.4
1/2"	12.700	77.7
3/8"	9.525	71.2
1/4"	6.350	71.2
#4	4.760	58.3
#8	2.360	50.1
#10	2.000	47.7
#30	0.600	41.6
#40	0.420	40
#50	0.300	39.4
#80	0.180	37.5
#100	0.150	36.7
#200	0.075	34.7

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 27: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°01 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



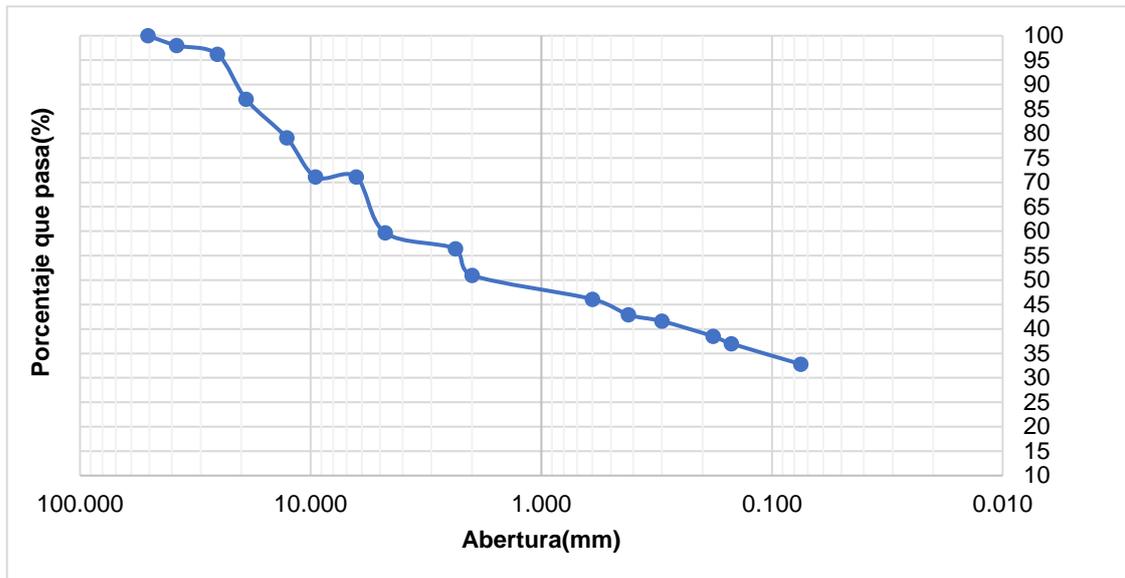
Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 10: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°02 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

CALICATA N°02		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	100
1 1/2"	38.100	98
1"	25.400	96.2
3/4"	19.050	87
1/2"	12.700	79.1
3/8"	9.525	71.1
1/4"	6.350	71.1
#4	4.760	59.7
#8	2.360	56.4
#10	2.000	51
#30	0.600	46.1
#40	0.420	42.9
#50	0.300	41.6
#80	0.180	38.5
#100	0.150	37
#200	0.075	32.8

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 28: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°02 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



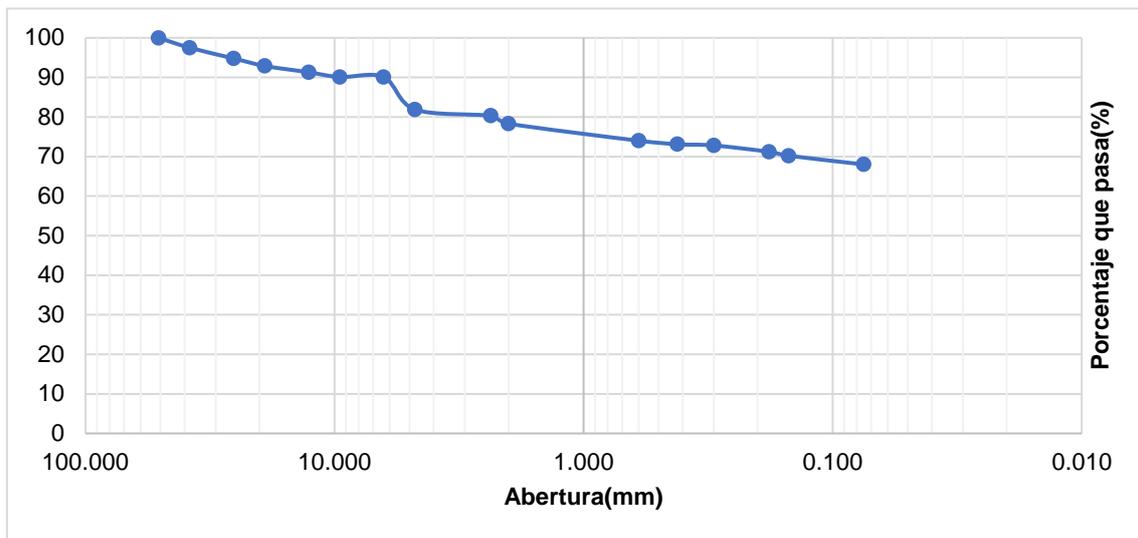
Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 11: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°03 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

CALICATA N°03		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	97.50
1"	25.400	94.80
3/4"	19.050	92.90
1/2"	12.700	91.30
3/8"	9.525	90.10
1/4"	6.350	90.10
#4	4.760	81.90
#8	2.360	80.30
#10	2.000	78.30
#30	0.600	74.00
#40	0.420	73.10
#50	0.300	72.80
#80	0.180	71.20
#100	0.150	70.20
#200	0.075	68.00

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 29: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°03 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



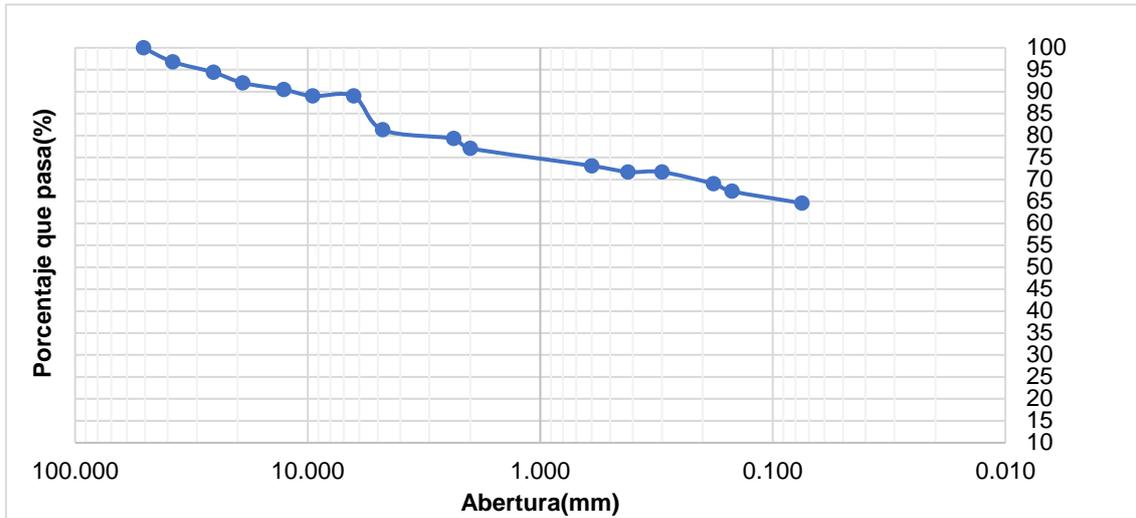
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 12:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°04 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	100
1 1/2"	38.100	96.8
1"	25.400	94.4
3/4"	19.050	92
1/2"	12.700	90.5
3/8"	9.525	89
1/4"	6.350	89
#4	4.760	81.3
#8	2.360	79.3
#10	2.000	77.1
#30	0.600	73.1
#40	0.420	71.7
#50	0.300	71.7
#80	0.180	69
#100	0.150	67.3
#200	0.075	64.6

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 30: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°04 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



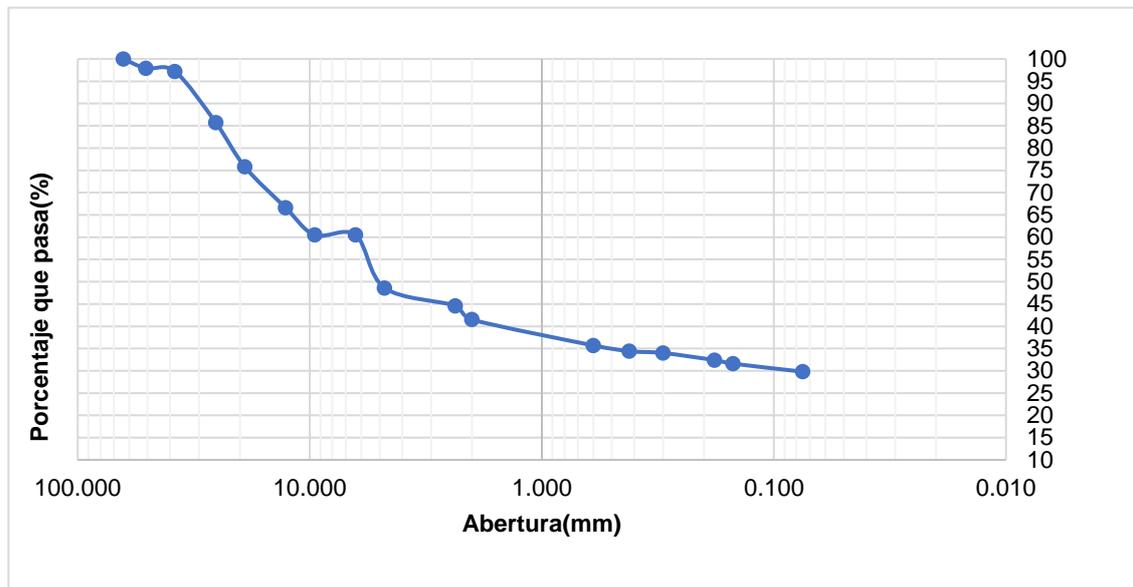
Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 13: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°05 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	100
2"	50.800	97.9
1 1/2"	38.100	97.2
1"	25.400	85.7
3/4"	19.050	75.8
1/2"	12.700	66.6
3/8"	9.525	60.5
1/4"	6.350	60.5
#4	4.760	48.6
#8	2.360	44.6
#10	2.000	41.5
#30	0.600	35.7
#40	0.420	34.4
#50	0.300	34
#80	0.180	32.4
#100	0.150	31.6
#200	0.075	29.8

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 31: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°05 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



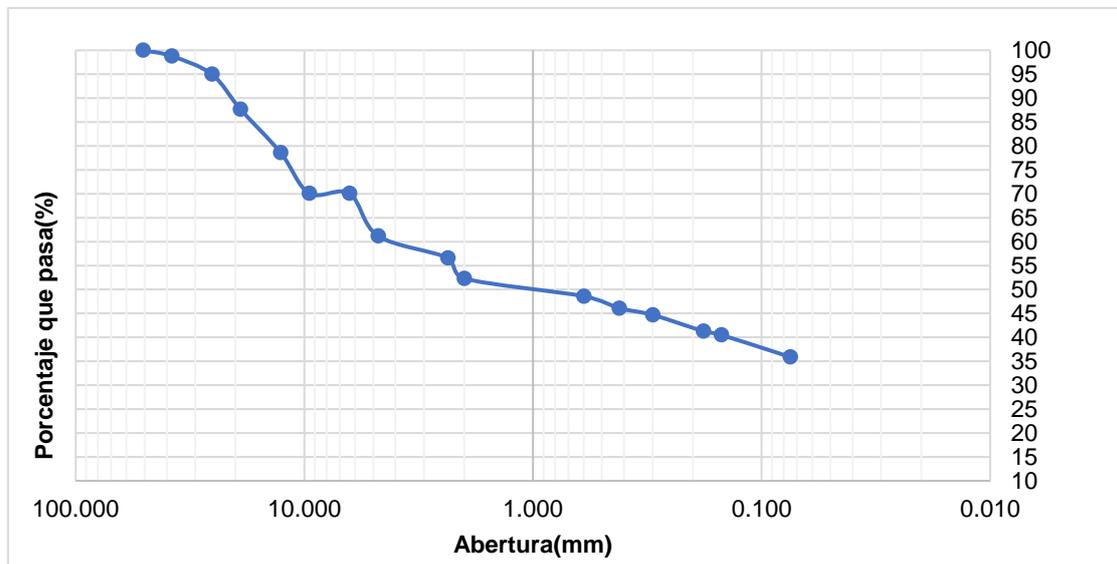
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 14:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°06 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

CALICATA N°06		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	100
1 1/2"	38.100	98.8
1"	25.400	95
3/4"	19.050	87.7
1/2"	12.700	78.6
3/8"	9.525	70.1
1/4"	6.350	70.1
#4	4.760	61.2
#8	2.360	56.6
#10	2.000	52.3
#30	0.600	48.6
#40	0.420	46.1
#50	0.300	44.7
#80	0.180	41.3
#100	0.150	40.5
#200	0.075	35.9

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 32: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°06 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



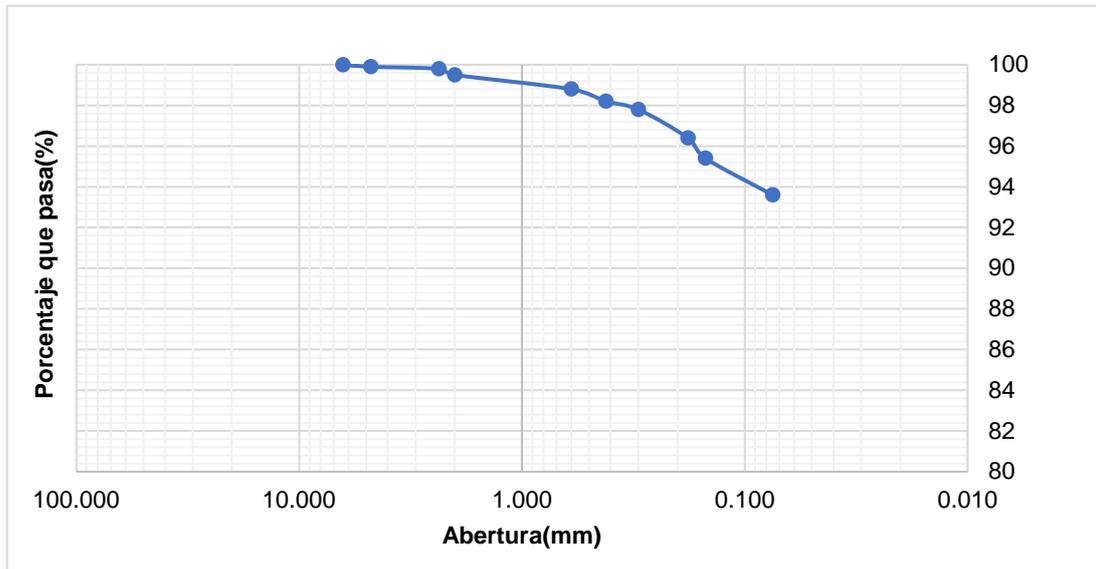
Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 15: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°07 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

CALICATA N°07		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.525	
1/4"	6.350	100
#4	4.760	99.9
#8	2.360	99.8
#10	2.000	99.5
#30	0.600	98.8
#40	0.420	98.2
#50	0.300	97.8
#80	0.180	96.4
#100	0.150	95.4
#200	0.075	93.6

Fuente: elaborado por los investigadores

Figura 33: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°07 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



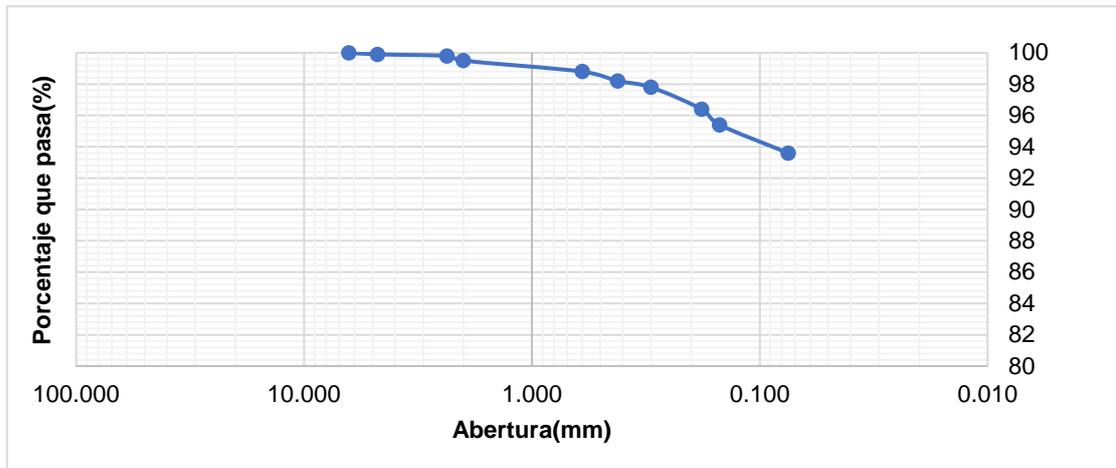
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 16:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°08 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.525	
1/4"	6.350	100
#4	4.760	99.9
#8	2.360	99.8
#10	2.000	99.5
#30	0.600	98.8
#40	0.420	98.2
#50	0.300	97.8
#80	0.180	96.4
#100	0.150	95.4
#200	0.075	93.6

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 34: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°08 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



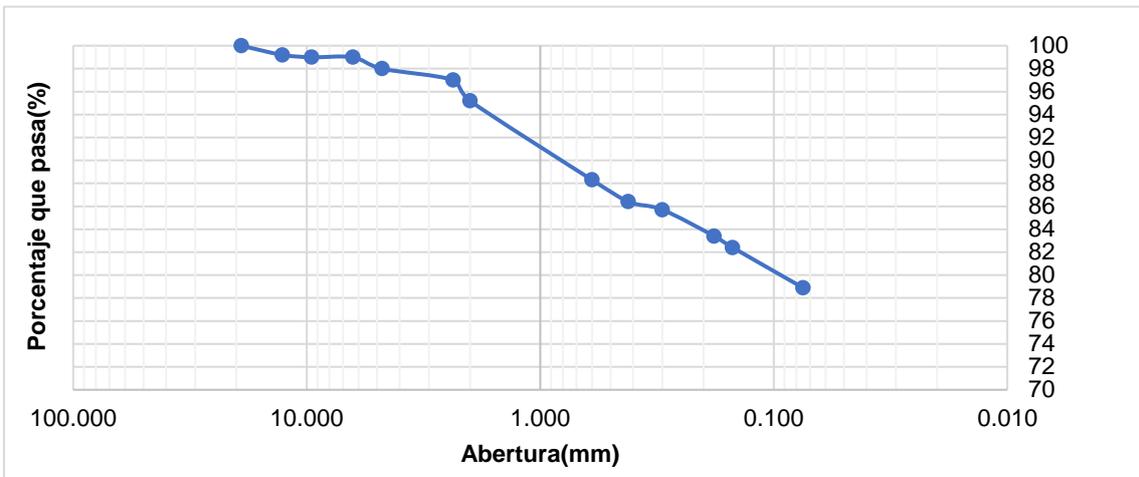
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 17:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°09 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	100
1/2"	12.700	99.2
3/8"	9.525	99
1/4"	6.350	99
#4	4.760	98
#8	2.360	97
#10	2.000	95.2
#30	0.600	88.3
#40	0.420	86.4
#50	0.300	85.7
#80	0.180	83.4
#100	0.150	82.4
#200	0.075	78.9

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 35: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°09 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



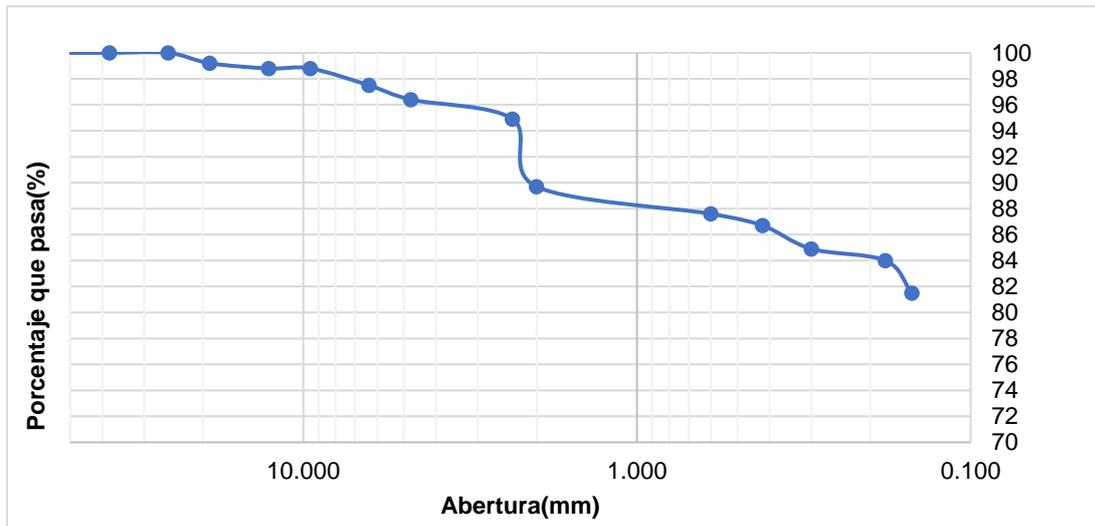
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 18:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°10 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

CALICATA N°10		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	100
1"	25.400	100
3/4"	19.050	100
1/2"	12.700	99.2
3/8"	9.525	98.8
1/4"	6.350	98.8
#4	4.760	97.5
#8	2.360	96.4
#10	2.000	94.9
#30	0.600	89.7
#40	0.420	87.6
#50	0.300	86.7
#80	0.180	84.9
#100	0.150	84
#200	0.075	81.5

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 36: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°10 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



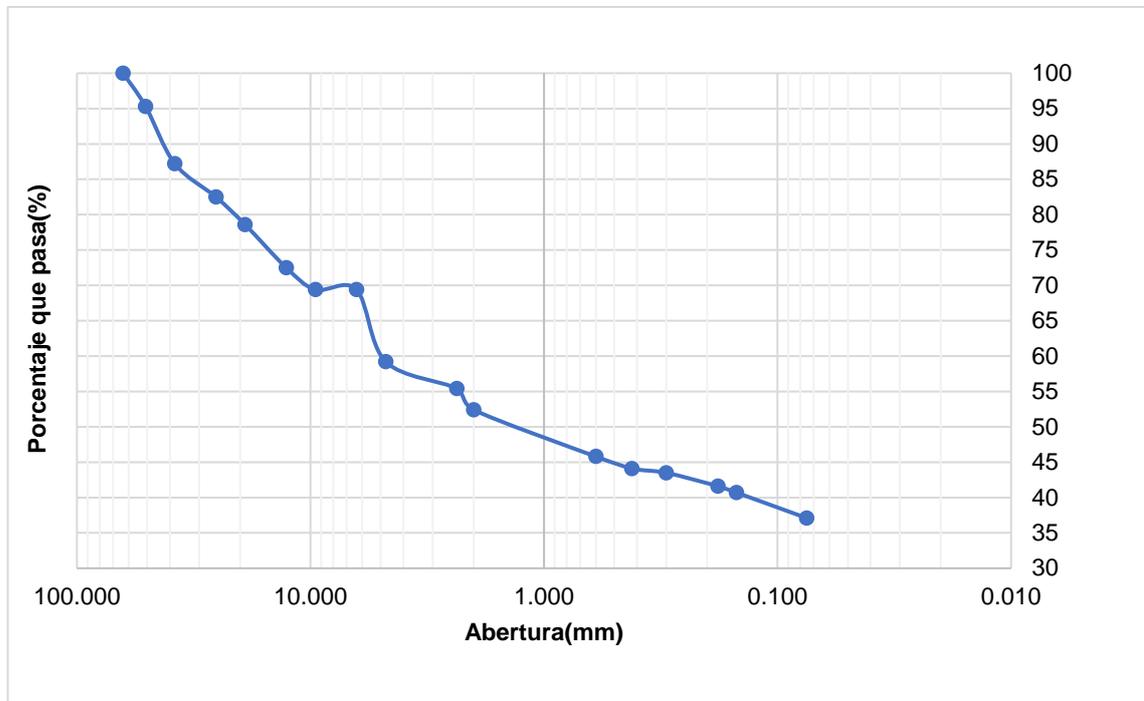
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 19:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°11 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>		
Tamiz	Abertura(mm)	% Que pasa
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	100
2"	50.800	95.3
1 1/2"	38.100	87.2
1"	25.400	82.5
3/4"	19.050	78.6
1/2"	12.700	72.5
3/8"	9.525	69.4
1/4"	6.350	69.4
#4	4.760	59.2
#8	2.360	55.4
#10	2.000	52.4
#30	0.600	45.8
#40	0.420	44.1
#50	0.300	43.5
#80	0.180	41.6
#100	0.150	40.7
#200	0.075	37.1

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 37: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del suelo natural de la calicata N°11 según porcentajes de tamizado, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

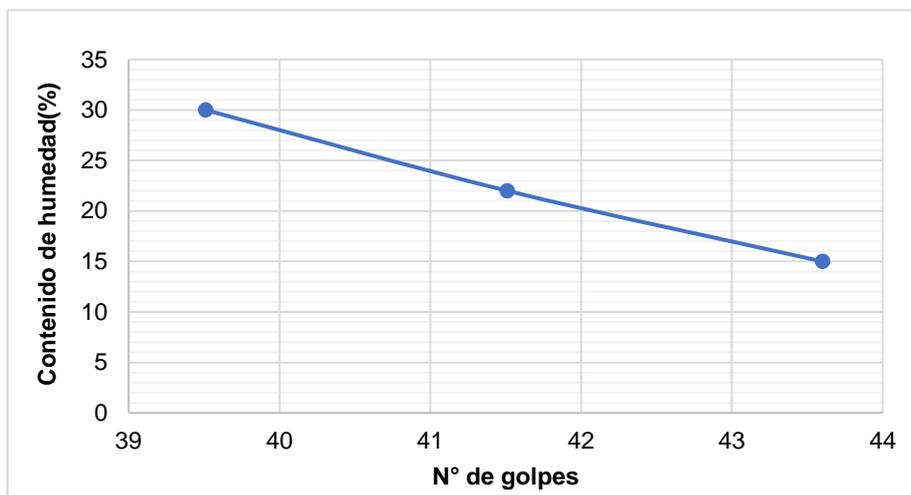
**ANEXO 8.** Ensayos de límite líquido del suelo natural

**Tabla 20:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
39.51	30
41.51	22
43.6	15

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 38: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°01, marzo 2021.



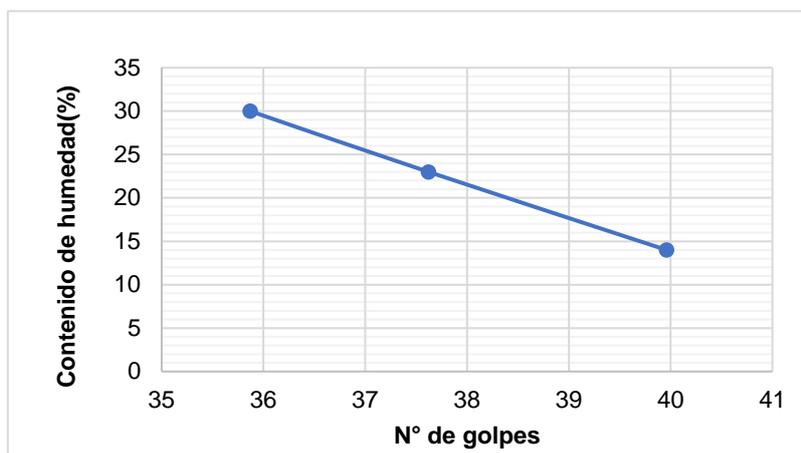
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 21:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
35.87	30
37.62	23
39.96	14

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 39:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°02, marzo 2021.



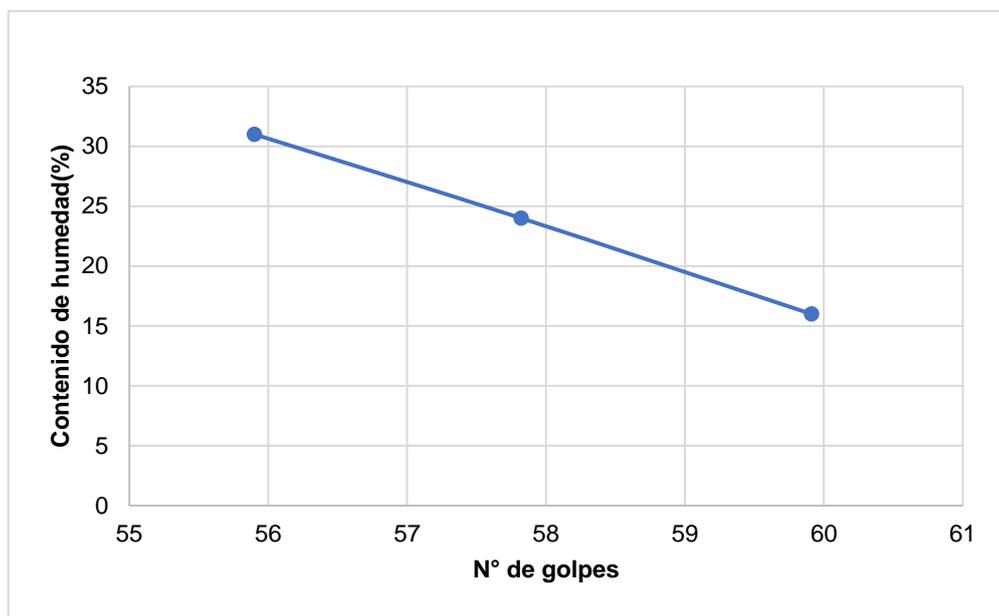
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 22:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
55.9	31
57.82	24
59.91	16

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 40:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°03, marzo 2021.



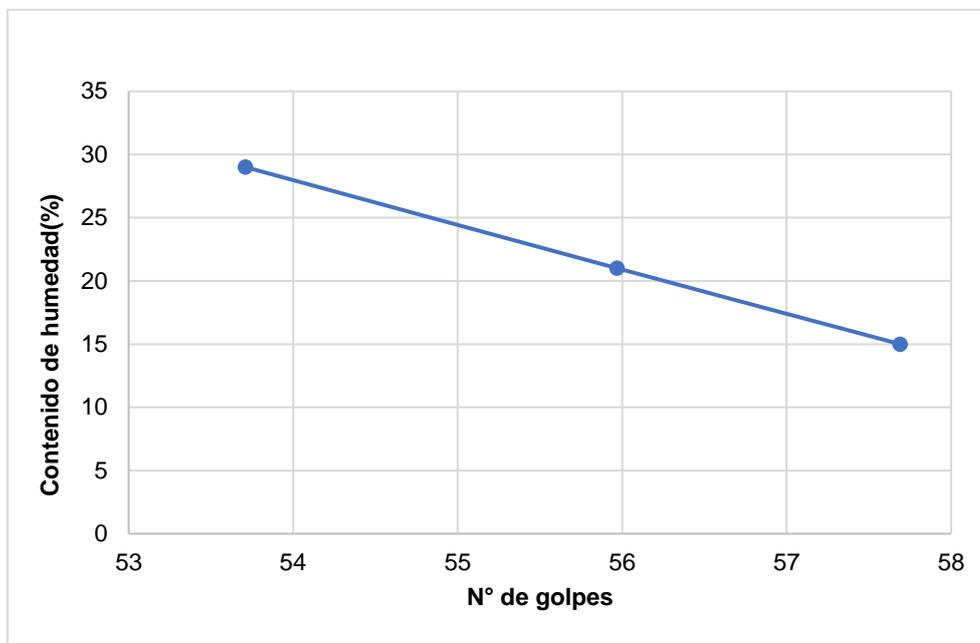
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 23:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
53.71	29
55.97	21
57.69	15

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 41:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°04, marzo 2021.



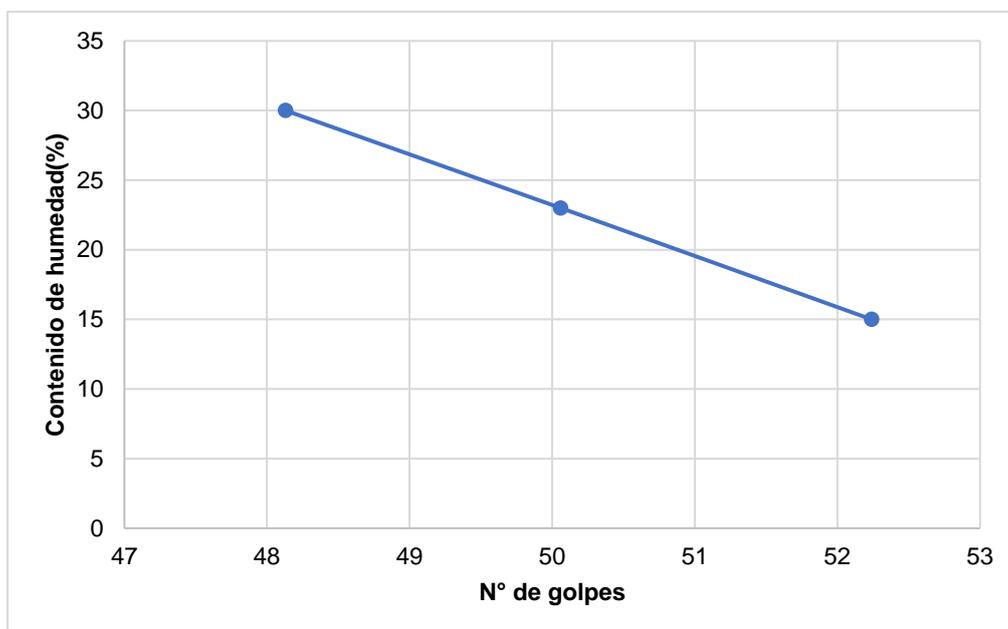
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 24:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
48.13	30
50.06	23
52.24	15

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 42:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°05, marzo 2021.



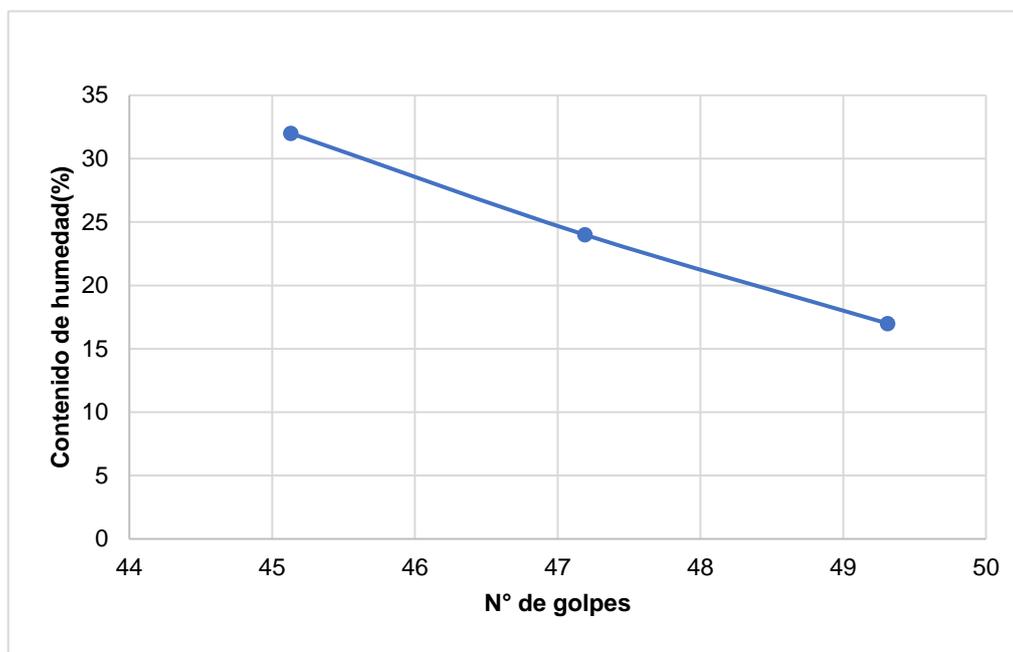
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 25:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°06, marzo 2021.

<b>CALICATCA N°06</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
45.13	32
47.19	24
49.31	17

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 43:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°06, marzo 2021.



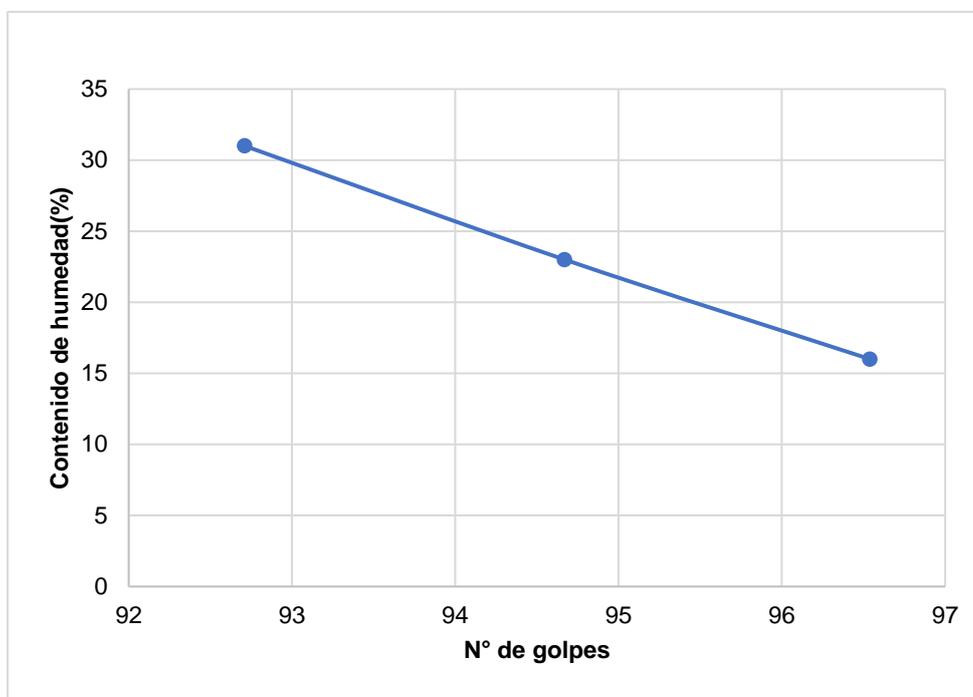
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 26:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
92.71	31
94.67	23
96.54	16

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 44:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°07, marzo 2021.



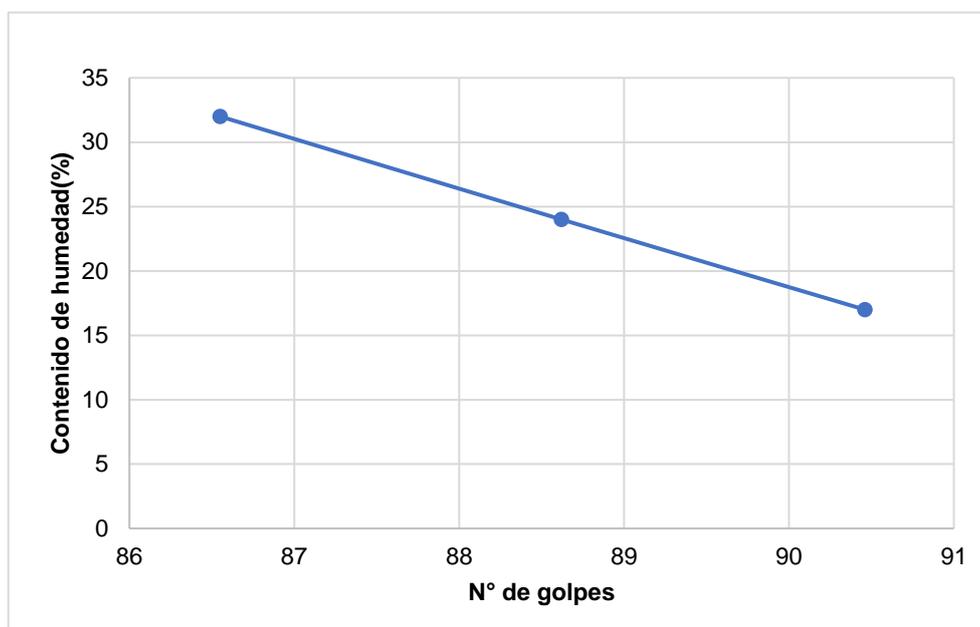
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 27:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
86.55	32
88.62	24
90.46	17

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 45:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°08, marzo 2021.



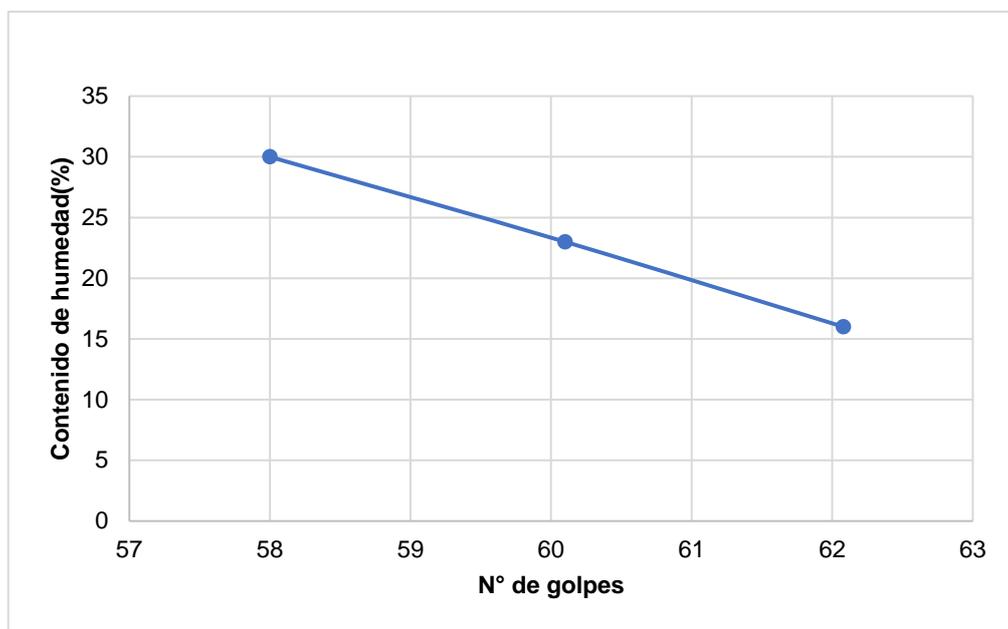
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 28:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
58	30
60.1	23
62.08	16

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 46:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°09, marzo 2021.



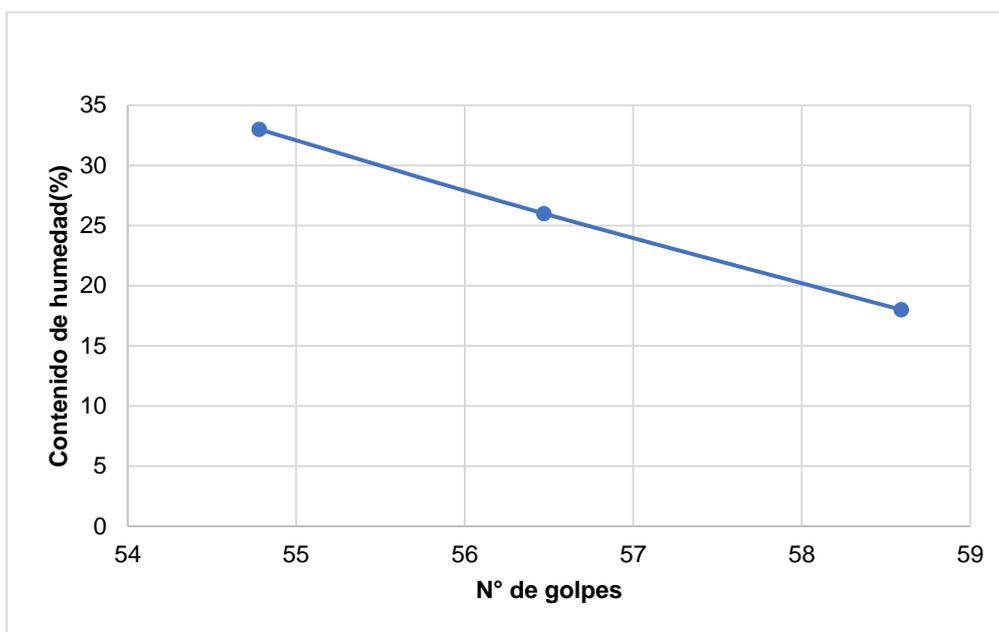
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 29:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
54.78	33
56.47	26
58.59	18

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 47:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°10, marzo 2021.



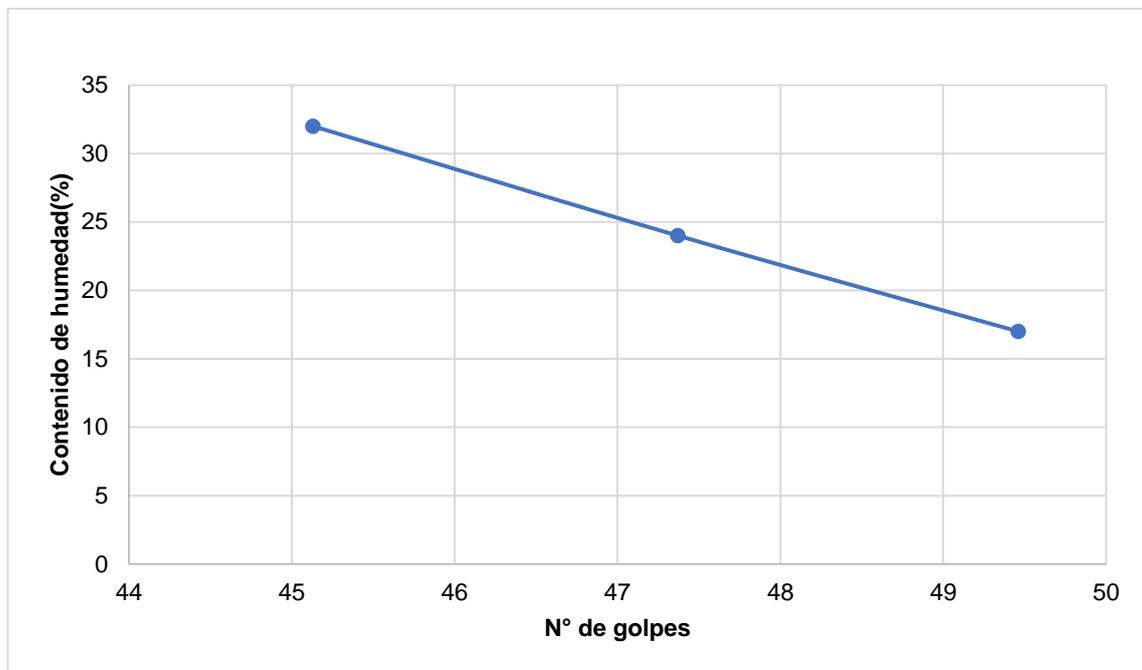
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 30:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>	
contenido de humedad	N° de golpes
45.13	32
47.37	24
49.46	17

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 48:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del suelo natural por relación de contenido de humedad y n° de golpes, calicata N°11, marzo 2021



Fuente: elaborado por los investigadores.

## ANEXO 9. Ensayo de límite plástico del suelo natural

**Tabla 31:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>		
N° TARRO	4	5
TARRO+SUELO HÚMEDO	27.64	27.46
TARRO + SUELO SECO	24.55	24.55
AGUA	3.09	2.91
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	14.4	14.3
% DE HUMEDAD	21.46	20.35

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 32:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>		
N° TARRO	9	10
TARRO+SUELO HÚMEDO	26.71	26.03
TARRO + SUELO SECO	23.8	23.12
AGUA	2.91	2.91
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.61	12.96
% DE HUMEDAD	21.38	22.45

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 33:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>		
N° TARRO	14	15
TARRO+SUELO HÚMEDO	27.65	27.22
TARRO + SUELO SECO	23.78	23.53
AGUA	3.87	3.69
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.32	11.31
% DE HUMEDAD	34.19	32.63

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 34:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>		
N° TARRO	19	20
TARRO+SUELO HÚMEDO	26.43	27.92
TARRO + SUELO SECO	22.95	23.89
AGUA	3.48	4.03
PESO DEL TARRO	12.26	11.92
PESO DEL SUELO SECO	10.69	11.97
% DE HUMEDAD	32.55	33.67

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 35:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>		
N° TARRO	24	25
TARRO+SUELO HÚMEDO	26.56	27.48
TARRO + SUELO SECO	23.39	24.22
AGUA	3.17	3.26
PESO DEL TARRO	11.43	12.19
PESO DEL SUELO SECO	11.96	12.03
% DE HUMEDAD	26.51	27.10

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 36:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°06, marzo 2021.

<b>CALICATA N°06</b>		
N° TARRO	29	30
TARRO+SUELO HÚMEDO	25.95	26.38
TARRO + SUELO SECO	23.05	23.49
AGUA	2.90	2.89
PESO DEL TARRO	12.31	12.43
PESO DEL SUELO SECO	10.74	11.06
% DE HUMEDAD	26.95	26.13

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 37:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>		
N° TARRO	34	35
TARRO+SUELO HÚMEDO	26.78	27.37
TARRO + SUELO SECO	22.75	23.4
AGUA	4.03	3.97
PESO DEL TARRO	11.61	12.08
PESO DEL SUELO SECO	11.14	11.32
% DE HUMEDAD	36.18	35.07

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 38:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>		
N° TARRO	39	40
TARRO+SUELO HÚMEDO	27.13	27.25
TARRO + SUELO SECO	22.88	23.41
AGUA	4.25	3.84
PESO DEL TARRO	10.46	12.33
PESO DEL SUELO SECO	12.42	11.08
% DE HUMEDAD	34.22	34.66

Fuente elaborado por los investigadores.

**Tabla 39:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>		
N° TARRO	44	45
TARRO+SUELO HÚMEDO	26.52	26.38
TARRO + SUELO SECO	22.88	22.81
AGUA	3.64	3.57
PESO DEL TARRO	11.84	11.72
PESO DEL SUELO SECO	11.04	11.09
% DE HUMEDAD	32.97	32.19

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 40:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>		
N° TARRO	4	5
TARRO+SUELO HÚMEDO	27.32	27.54
TARRO + SUELO SECO	23.1	23.17
AGUA	4.22	4.37
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.95	12.92
% DE HUMEDAD	32.59	33.82

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 41:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico del suelo natural según óptimo contenido de humedad, calicata N°11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>		
<b>N° TARRO</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
TARRO+SUELO HÚMEDO	25.41	25.37
TARRO + SUELO SECO	22.48	22.39
AGUA	2.93	2.98
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.29	12.23
% DE HUMEDAD	23.84	24.37

Fuente: elaborado por los investigadores.

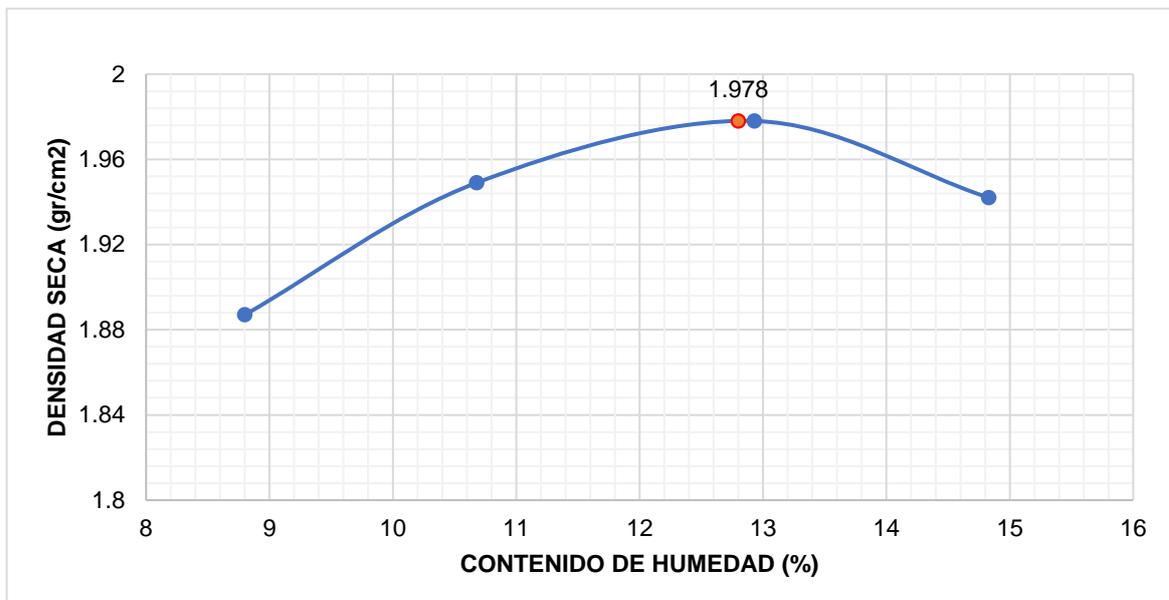
**ANEXO 10.** Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural.

**Tabla 42:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°01, marzo 2021.

CALICATA N°01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
8.8	1.887
10.68	1.949
12.93	1.978
14.83	1.942
<b>12.8</b>	<b>1.978</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 49: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°01, marzo 2021.



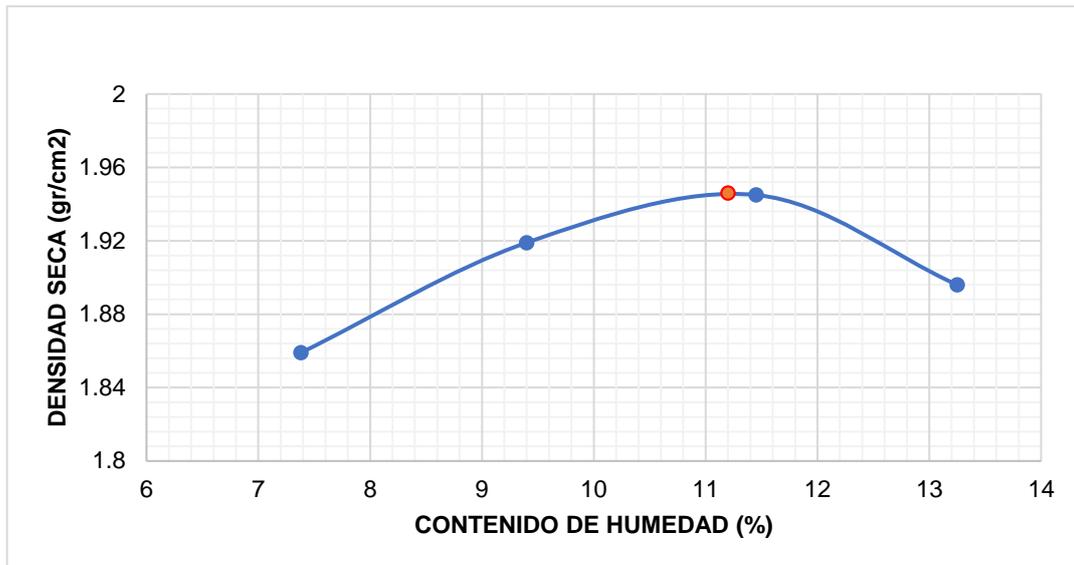
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 43:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
7.38	1.859
9.4	1.919
11.45	1.945
13.25	1.896
<b>11.2</b>	<b>1.946</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 50:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°02, marzo 2021.



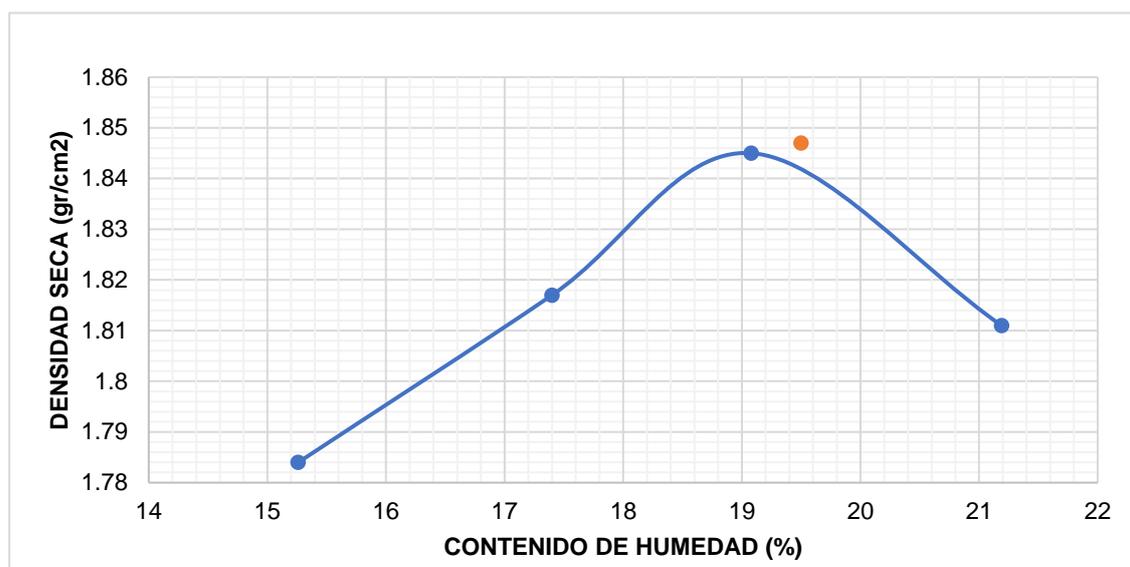
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 44:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°03, marzo 2021.

CALICATA N°03	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
15.26	1.784
17.4	1.817
19.08	1.845
21.19	1.811
<b>19.5</b>	<b>1.847</b>

Fuente: elaborado por los investigadores

**Figura 51:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°03, marzo 2021.



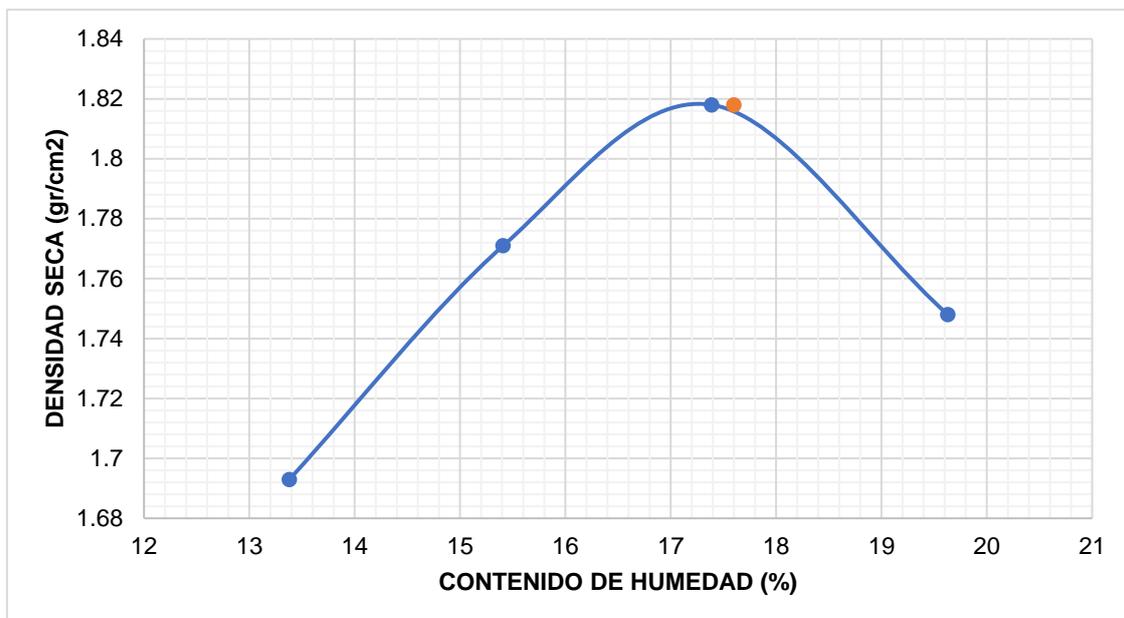
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 45:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.38	1.693
15.41	1.771
17.39	1.818
19.63	1.748
<b>17.6</b>	<b>1.818</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 52:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°04, marzo 2021



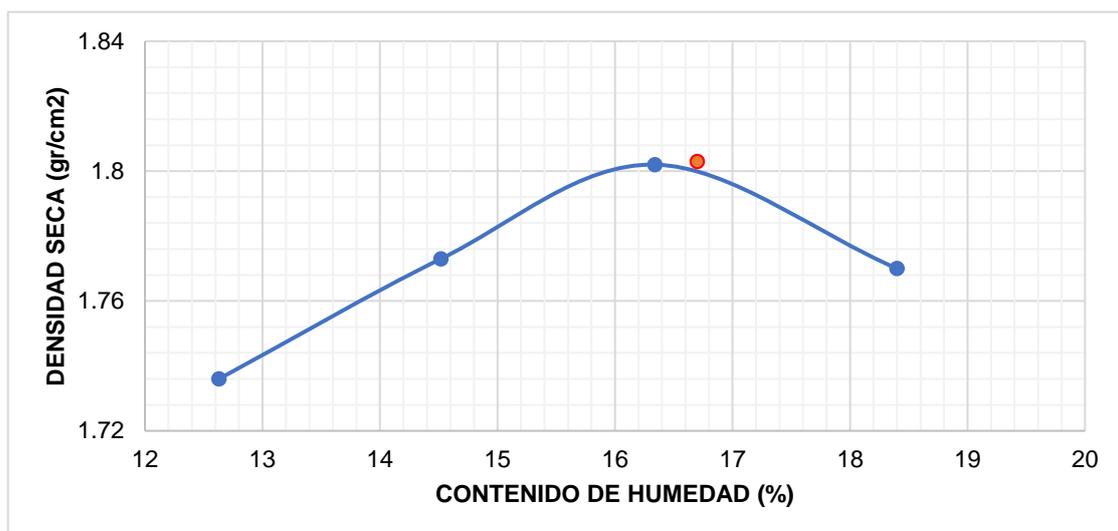
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 46:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.63	1.736
14.52	1.773
16.34	1.802
18.4	1.77
<b>16.7</b>	<b>1.803</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 53:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°05, marzo 2021.



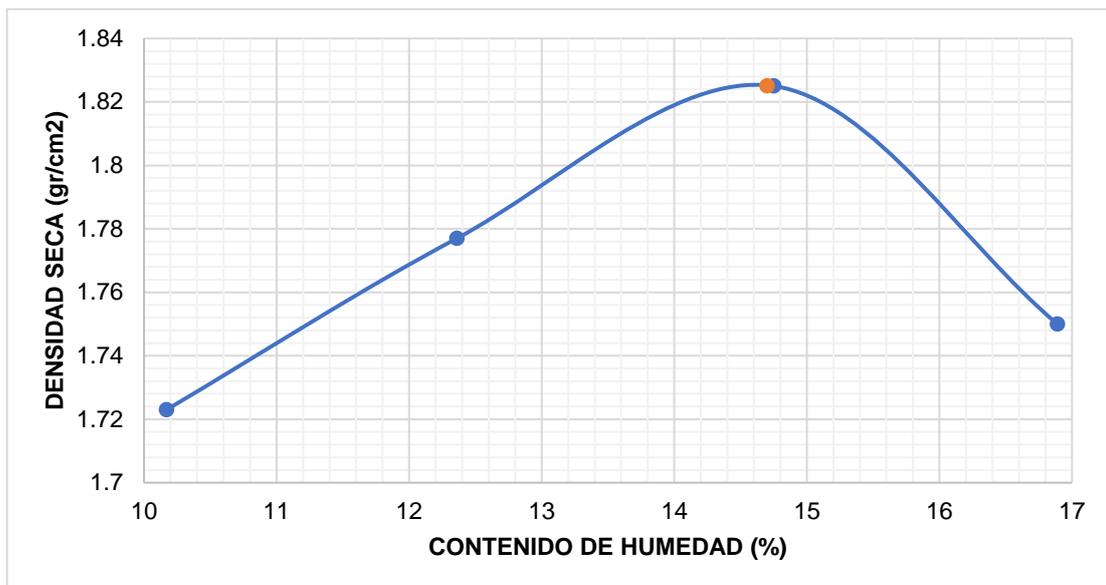
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 47:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°06, marzo 2021.

CALICATCA N°06	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
10.17	1.723
12.36	1.777
14.75	1.825
16.89	1.75
<b>14.7</b>	<b>1.825</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 54:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°06, marzo 2021.



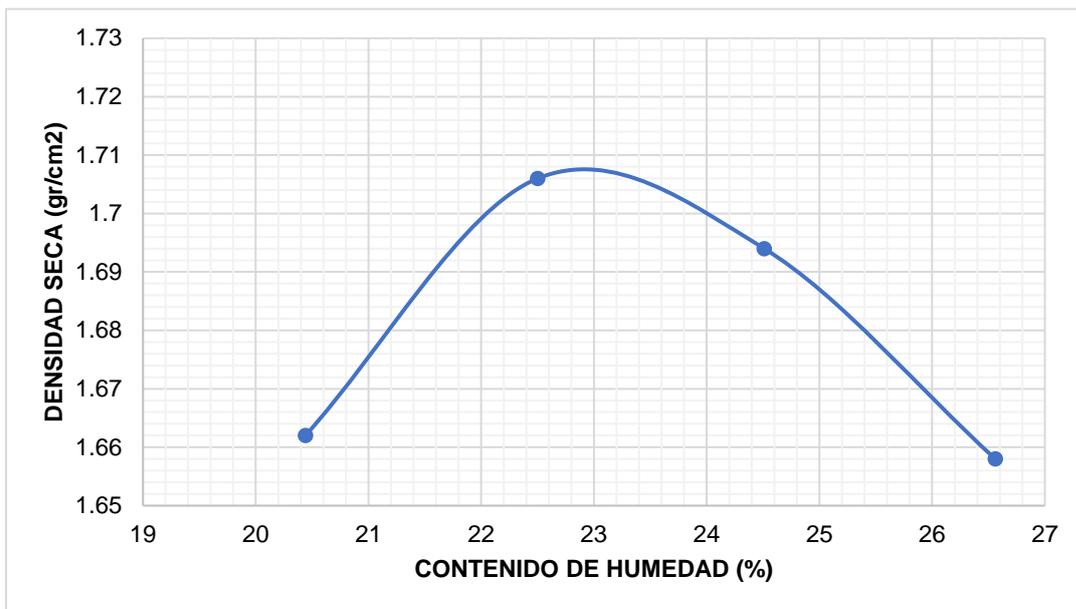
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 48:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
20.44	1.662
22.5	1.706
24.51	1.694
26.56	1.658
<b>22.9</b>	<b>1.707</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 55:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°07, marzo 2021.



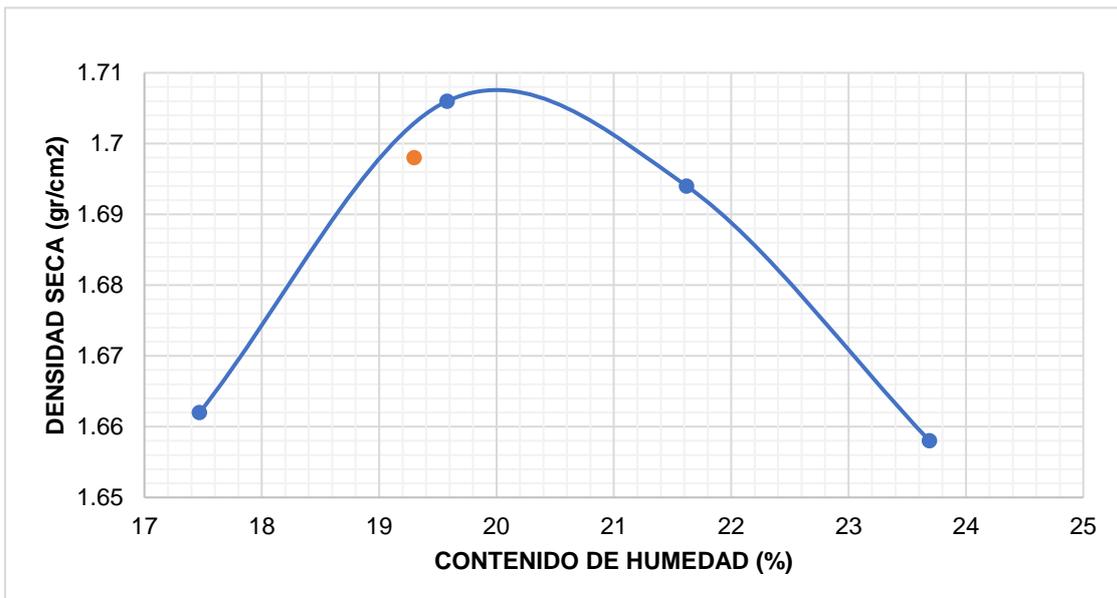
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 49:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°08, marzo 2021.

CALICATA N°08	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
17.47	1.662
19.58	1.706
21.62	1.694
23.69	1.658
<b>19.3</b>	<b>1.698</b>

Fuente elaborado por los investigadores.

**Figura 56:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°08, marzo 2021.



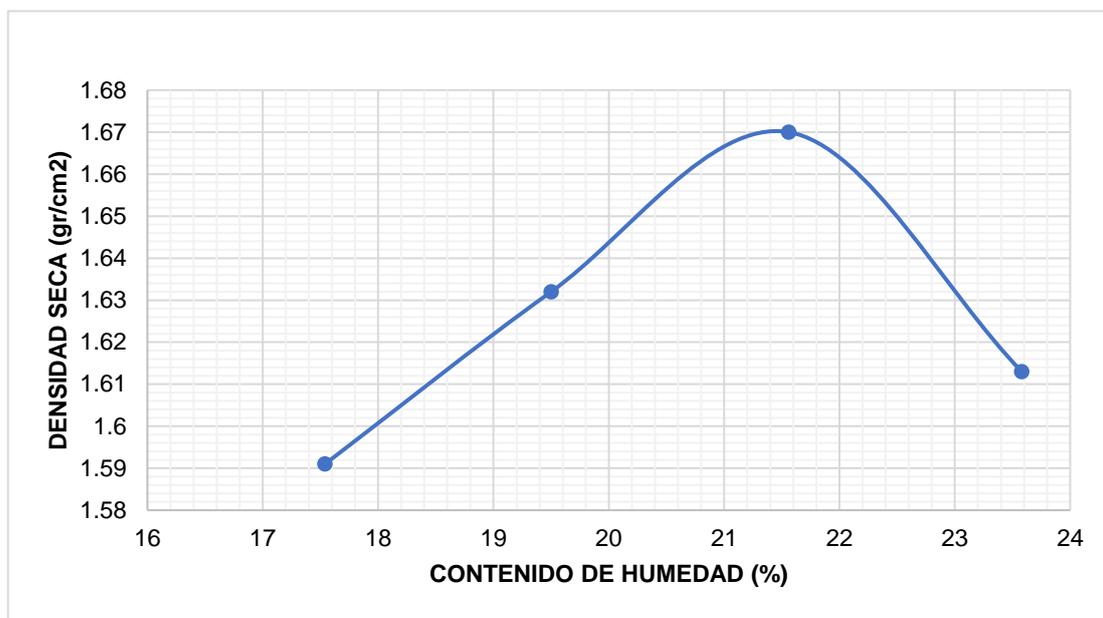
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 50:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.54	1.591
19.5	1.632
21.56	1.67
23.58	1.613
<b>21.7</b>	<b>1.670</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 57:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°09, marzo 2021.



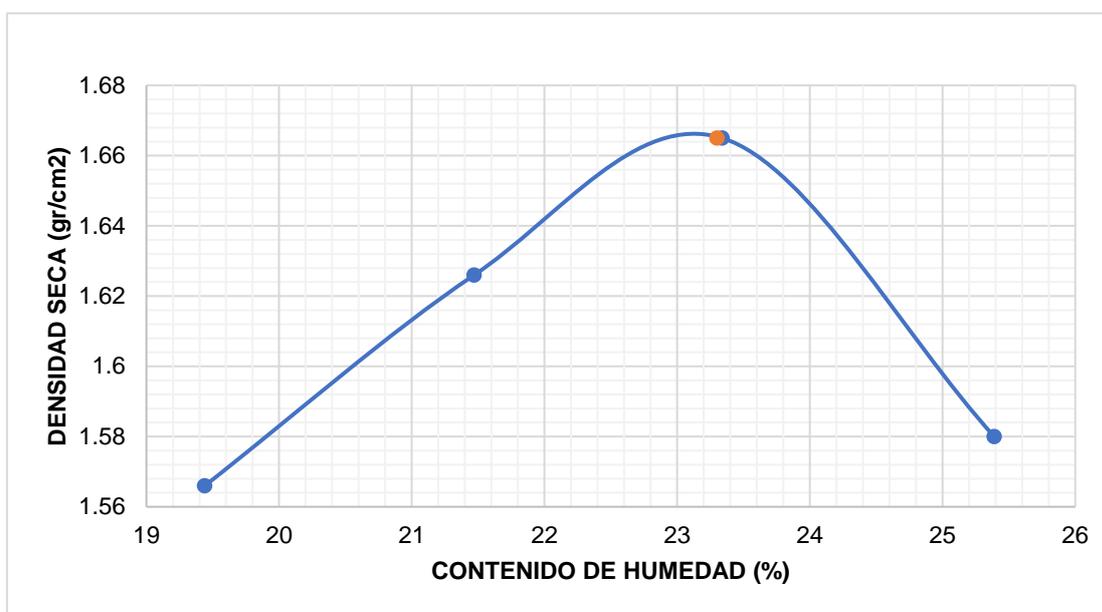
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 51:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°10, marzo 2021.

CALICATA N°10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
19.44	1.566
21.47	1.626
23.34	1.665
25.39	1.58
<b>23.3</b>	<b>1.665</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 58:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°10, marzo 2021.



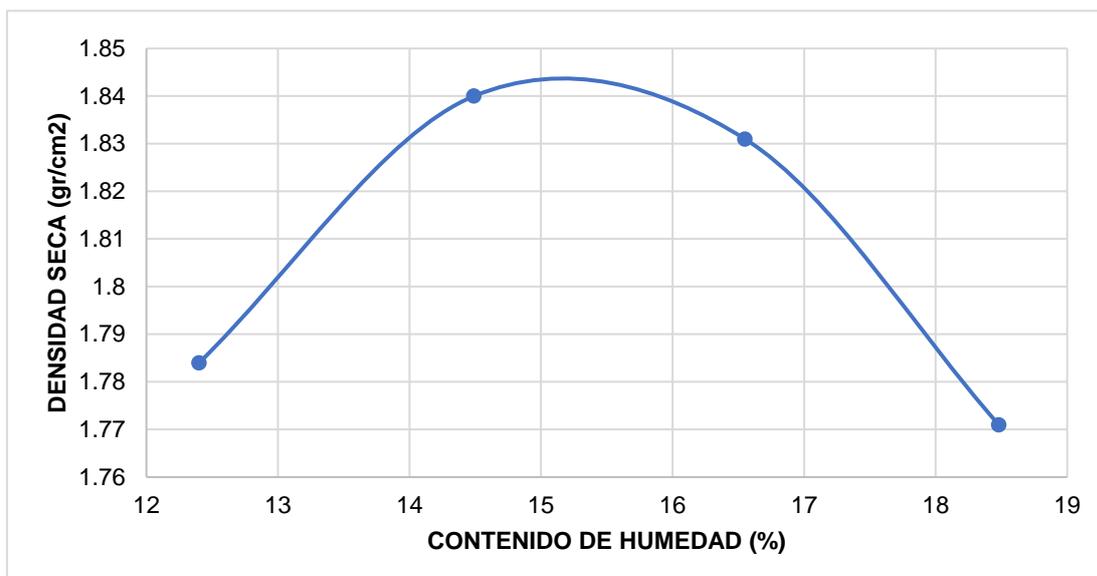
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 52:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°11, marzo 2021.

CALICATA N°11	
CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA
12.4	1.784
14.49	1.84
16.55	1.831
18.48	1.771
<b>15.2</b>	<b>1.844</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 59:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor Modificado del suelo natural mediante relación de contenido de humedad y densidad seca, calicata N°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

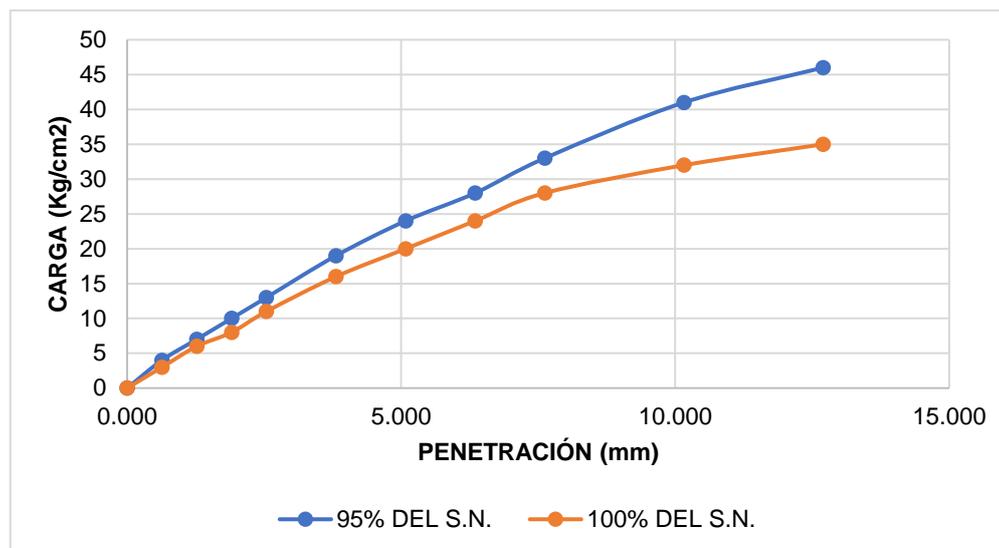
**ANEXO 11.** Ensayo de CBR al 95% y 100% del suelo natural.

**Tabla 53:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0
0.635	4	3
1.270	7	6
1.905	10	8
2.540	13	11
3.810	19	16
5.080	24	20
6.350	28	24
7.620	33	28
10.160	41	32
12.700	46	35

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 60:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°01, marzo 2021.



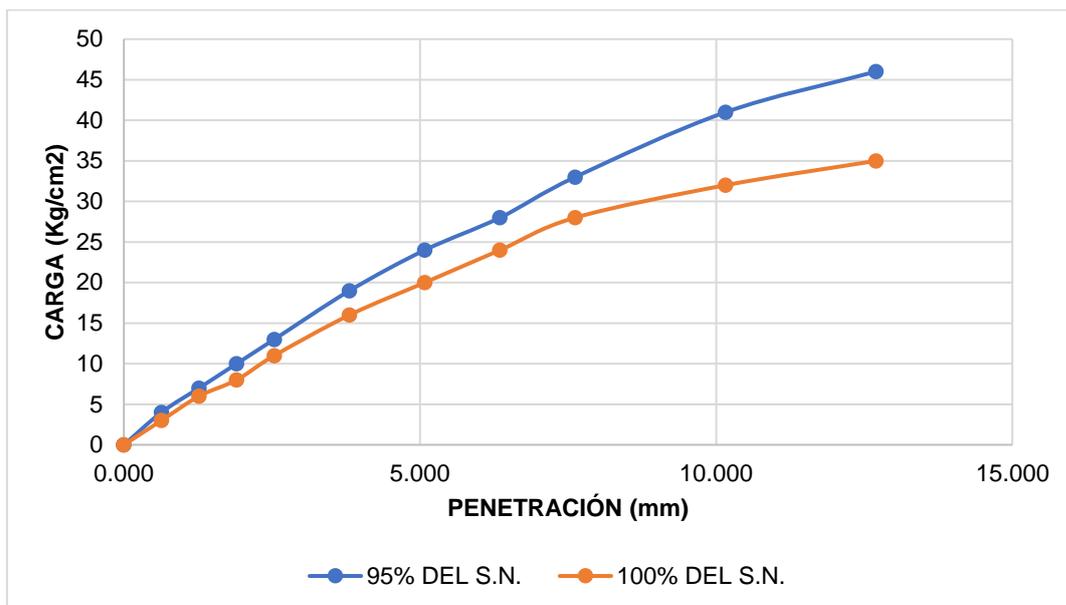
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 54:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0
0.635	4	3
1.270	7	6
1.905	10	8
2.540	13	11
3.810	19	16
5.080	24	20
6.350	28	24
7.620	33	28
10.160	41	32
12.700	46	35

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 61:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°02, marzo 2021.



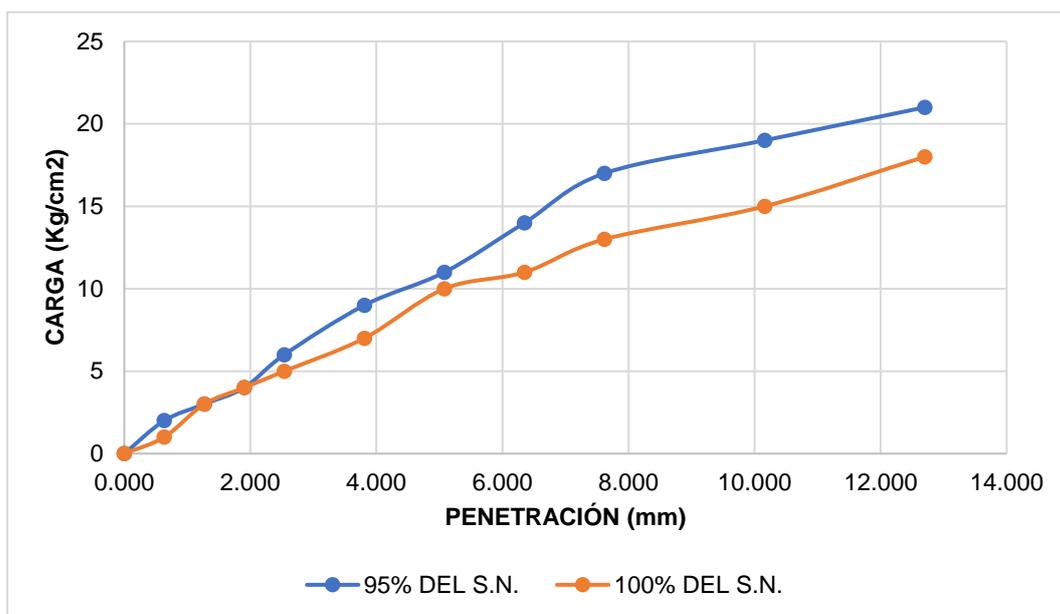
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 55:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°03, marzo 2021.

CALICATA N°03		
CBR	95% DEL S.N.	100% DEL S.N.
PENETRACIÓN (mm)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0
0.635	2	1
1.270	3	3
1.905	4	4
2.540	6	5
3.810	9	7
5.080	11	10
6.350	14	11
7.620	17	13
10.160	19	15
12.700	21	18

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 62:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°03, marzo 2021.



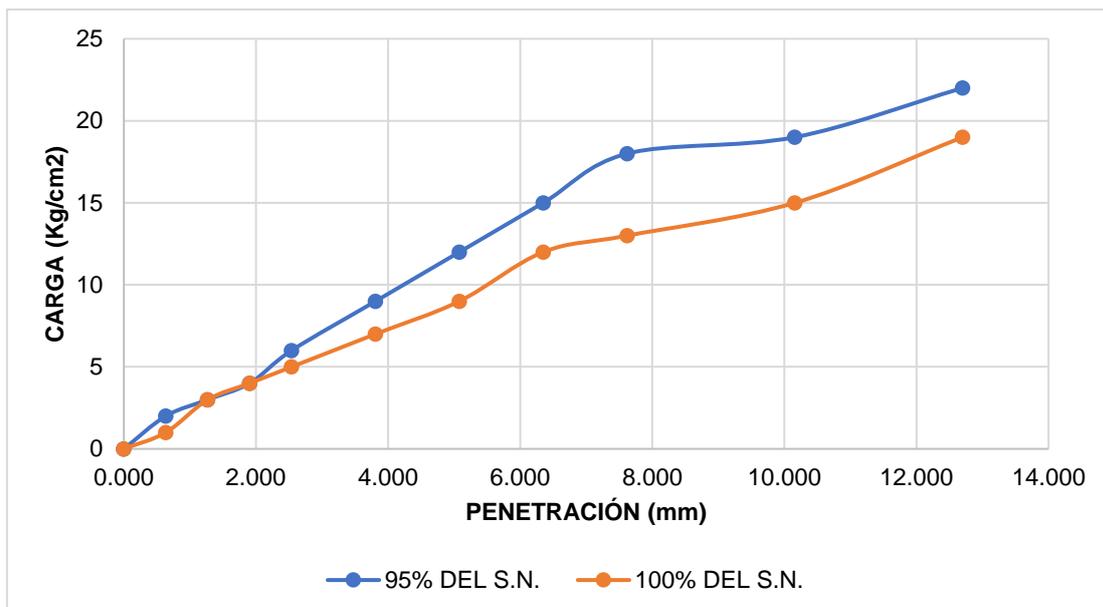
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 56:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>
0.000	0	0
0.635	2	1
1.270	3	3
1.905	4	4
2.540	6	5
3.810	9	7
5.080	12	9
6.350	15	12
7.620	18	13
10.160	19	15
12.700	22	19

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 63:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°04, marzo 2021.



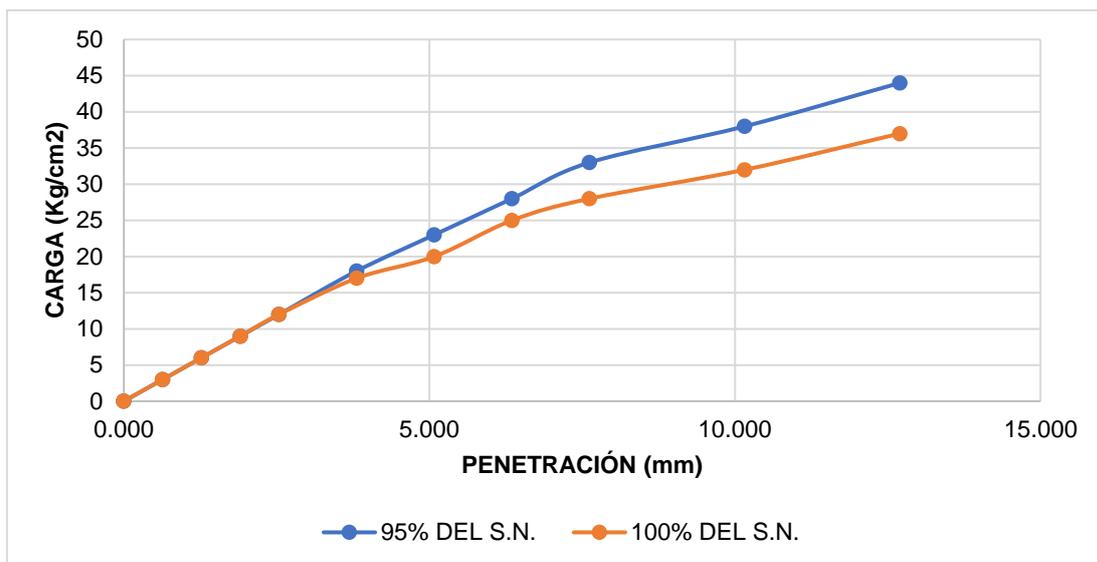
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 57:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°05, marzo 2021.

CALICATA N°05		
CBR	95% DEL S.N.	100% DEL S.N.
PENETRACIÓN (mm)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0
0.635	3	3
1.270	6	6
1.905	9	9
2.540	12	12
3.810	18	17
5.080	23	20
6.350	28	25
7.620	33	28
10.160	38	32
12.700	44	37

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 64:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°05, marzo 2021.



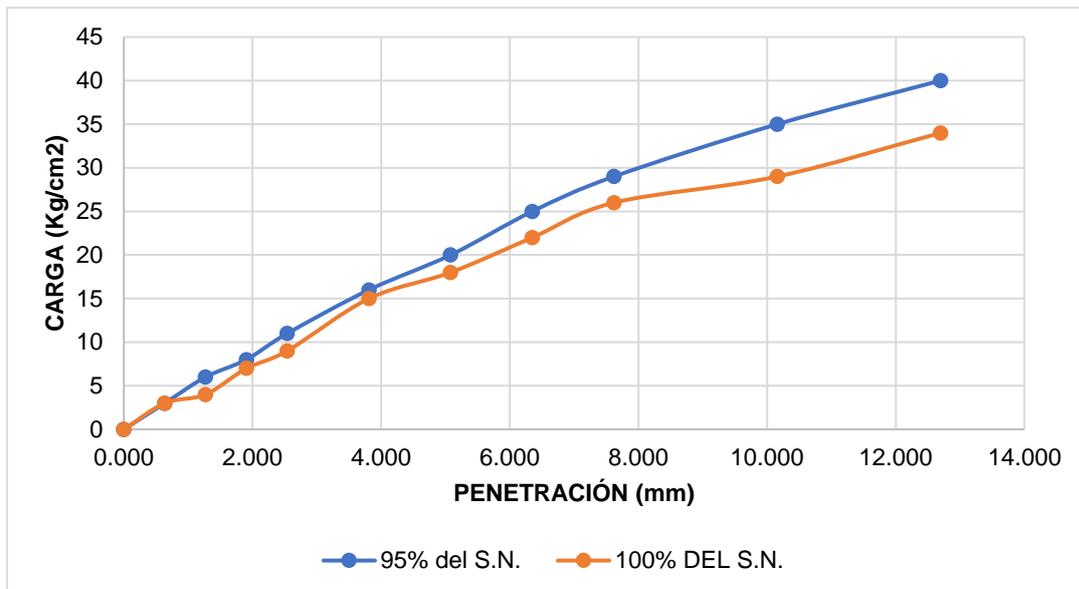
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 58:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°06, marzo 2021.

CAICATA N°06		
CBR	95% DEL S.N.	100% DEL S.N.
PENETRACIÓN (mm)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0
0.635	3	3
1.270	6	4
1.905	8	7
2.540	11	9
3.810	16	15
5.080	20	18
6.350	25	22
7.620	29	26
10.160	35	29
12.700	40	34

Fuente: elaborado por los investigadores.

*Figura 65:* Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°06, marzo 2021.



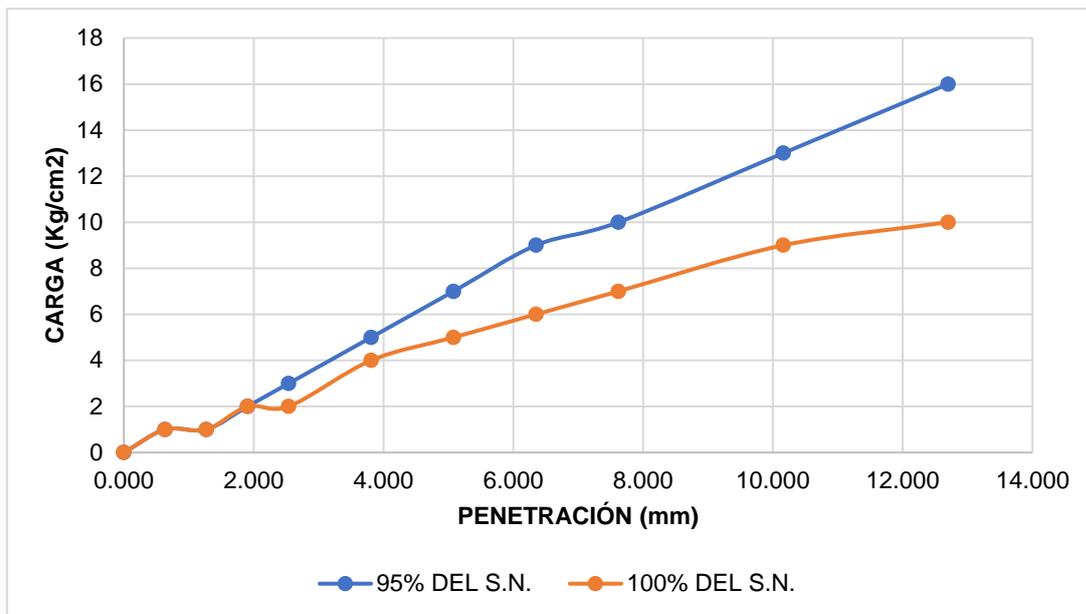
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 59:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0
0.635	1	1
1.270	1	1
1.905	2	2
2.540	3	2
3.810	5	4
5.080	7	5
6.350	9	6
7.620	10	7
10.160	13	9
12.700	16	10

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 66:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°07, marzo 2021.



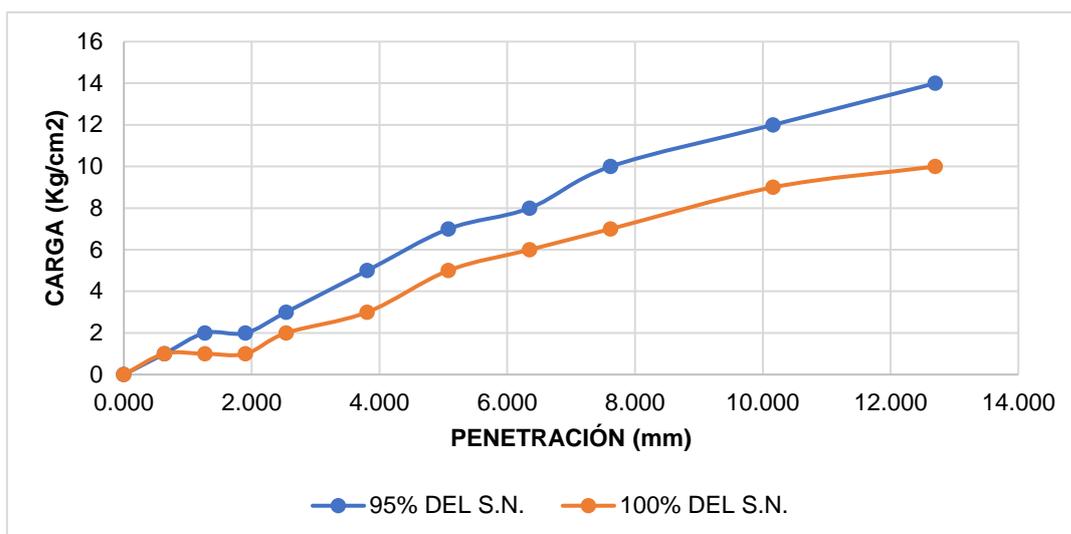
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 60:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>
0.000	0	0
0.635	1	1
1.270	2	1
1.905	2	1
2.540	3	2
3.810	5	3
5.080	7	5
6.350	8	6
7.620	10	7
10.160	12	9
12.700	14	10

Fuente: elaborado por los investigadores.

*Figura 67:* Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°08, marzo 2021.



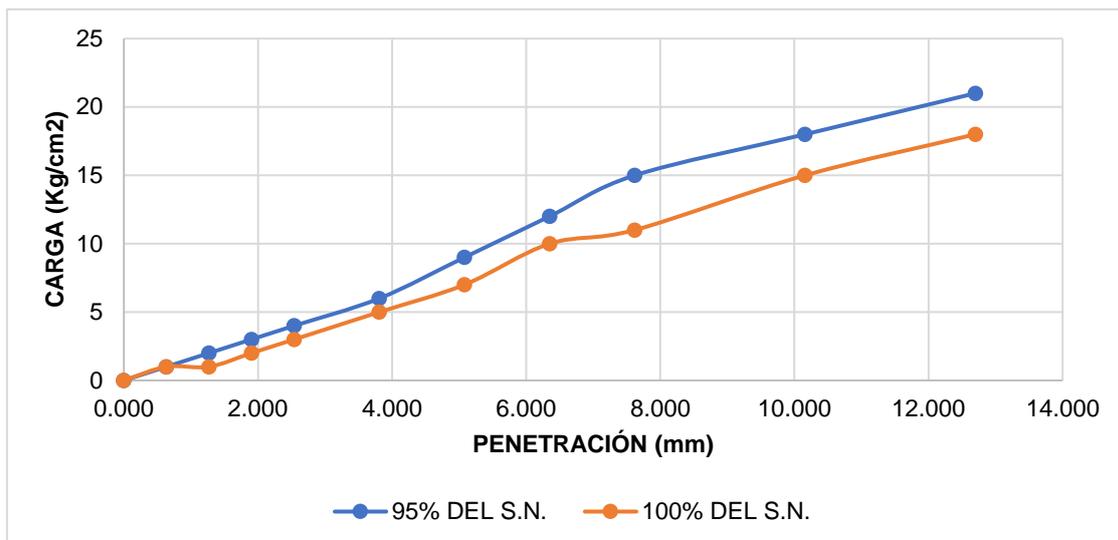
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 61:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0
0.635	1	1
1.270	2	1
1.905	3	2
2.540	4	3
3.810	6	5
5.080	9	7
6.350	12	10
7.620	15	11
10.160	18	15
12.700	21	18

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 68:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°09, marzo 2021.



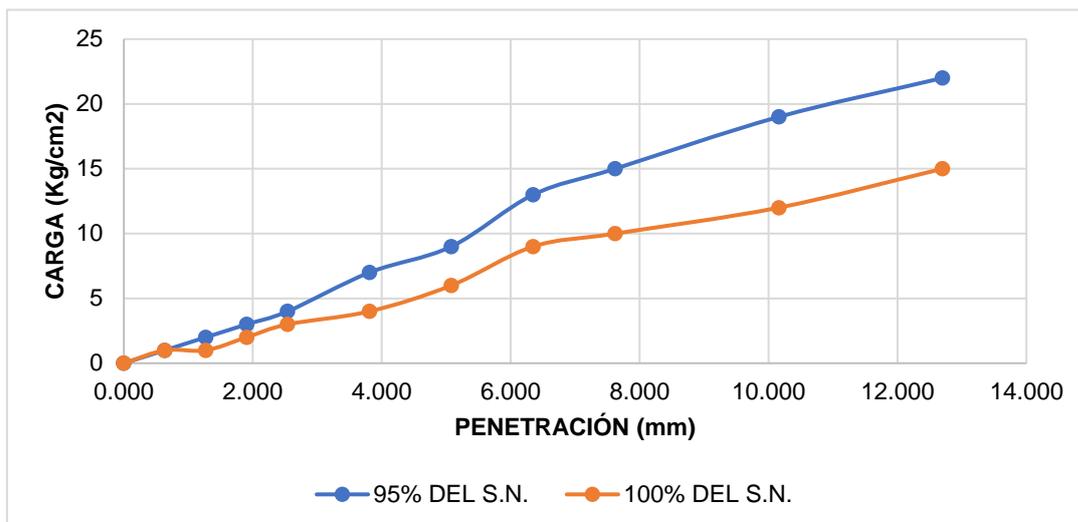
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 62:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>		
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N.</b>
<b>PENETRACIÓN (mm)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0
0.635	1	1
1.270	2	1
1.905	3	2
2.540	4	3
3.810	7	4
5.080	9	6
6.350	13	9
7.620	15	10
10.160	19	12
12.700	22	15

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 69:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°10, marzo 2021.



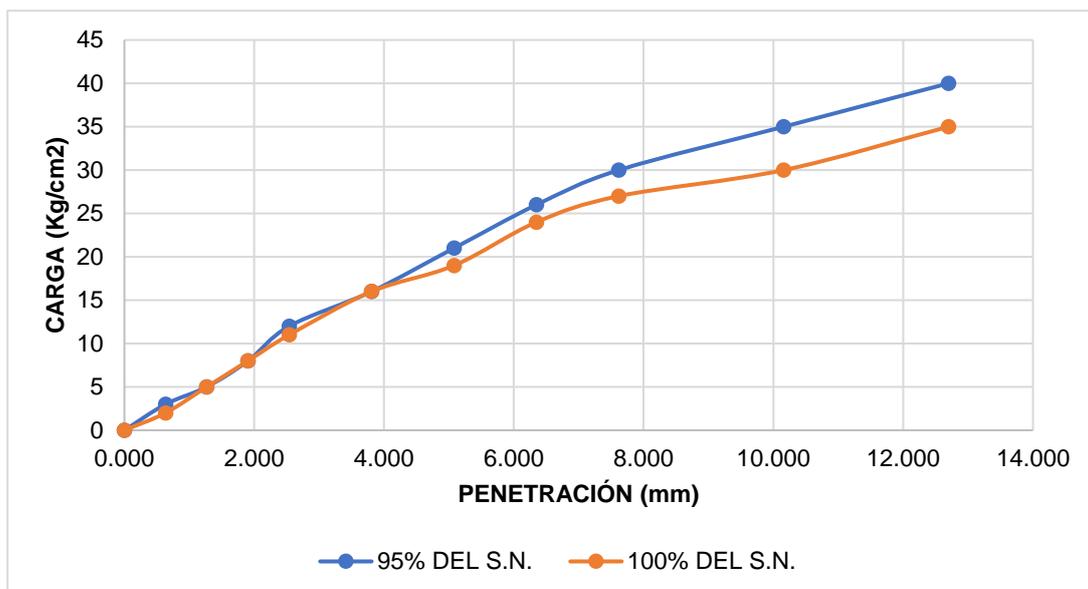
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 63:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°11, marzo 2021.

CALICATA N°11		
CBR	95% DEL S.N.	100% DEL S.N.
PENETRACIÓN (mm)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0
0.635	3	2
1.270	5	5
1.905	8	8
2.540	12	11
3.810	16	16
5.080	21	19
6.350	26	24
7.620	30	27
10.160	35	30
12.700	40	35

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 70:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR del suelo natural por relación de carga y penetración, calicata N°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 64:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de CBR del suelo natural, resumen al 95% y 100%, marzo 2021.

<b>CBR</b>	<b>SUELO NATURAL AL 95%</b>	<b>SUELO NATURAL AL 100%</b>
<b>C1</b>	19.3	22.8
<b>C2</b>	16.9	21.6
<b>C3</b>	8.5	13.4
<b>C4</b>	9.2	11.8
<b>C5</b>	17.3	20.6
<b>C6</b>	15.7	19.4
<b>C7</b>	4.2	8.9
<b>C8</b>	4.8	8.3
<b>C9</b>	5.8	10.8
<b>C10</b>	6.5	10.1
<b>C11</b>	18.4	21.7

Fuente: elaborado por los investigadores.

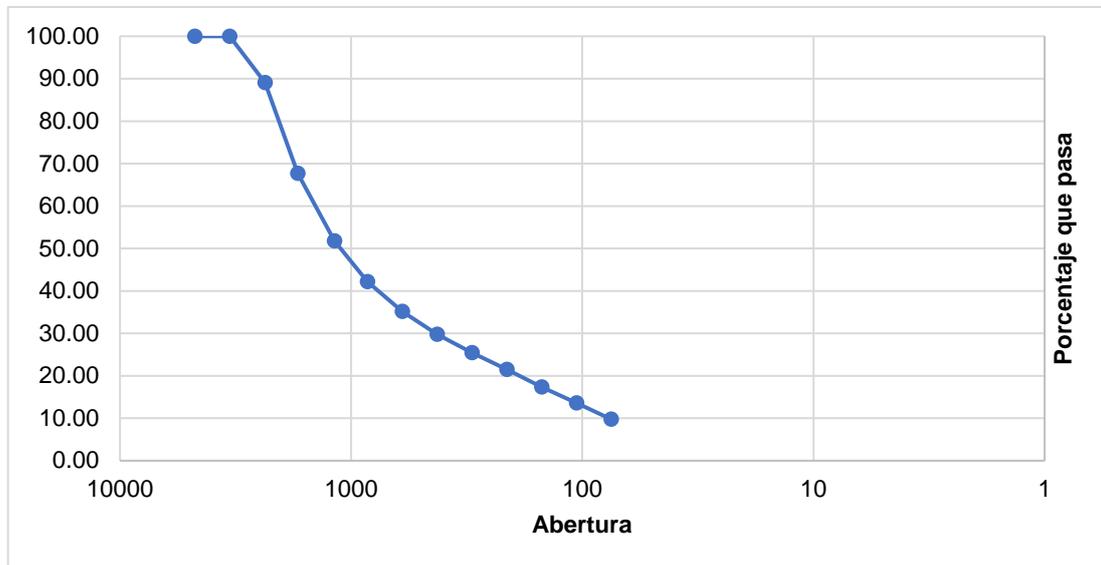
**ANEXO 12.** Ensayo de granulometría, límite líquido y límite plástico de cal.

**Tabla 65:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría de la cal, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE CAL</b>					
<b>Malla</b>	<b>Abertura</b>	<b>Peso Retenido</b>		<b>Acumulado</b>	<b>Pasante</b>
				<b>Retenido</b>	<b>Acumulado</b>
<b>#</b>	<b>Malla</b>	<b>Grs.</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
4	4750	0	0	0	100.00
6	3350	0	0	0	100.00
8	2360	14.7	10.95	10.95	89.05
12	1700	28.7	21.39	32.34	67.66
16	1180	21.3	15.87	48.21	51.79
20	850	12.9	9.61	57.82	42.18
30	600	9.4	7.00	64.83	35.17
40	425	7.3	5.44	70.27	29.73
50	300	5.8	4.32	74.59	25.41
70	212	5.3	3.95	78.54	21.46
100	150	5.5	4.10	82.64	17.36
140	106	5.1	3.80	86.44	13.56
200	75	5.1	3.80	90.24	9.76
Fondo	0	13.1	9.76	100.00	
Total de la muestra		134.2			

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 71: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría de la cal, marzo 2021.



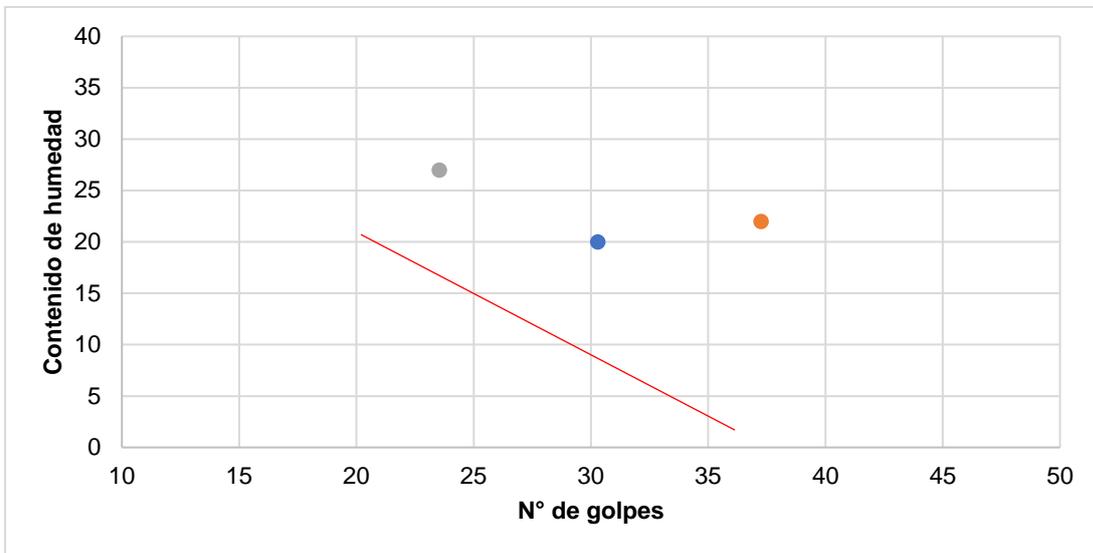
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 66:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido de la cal, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO DE CAL</b>			
Recipiente	3	4	5
Recipiente + Suelo Húmedo	37.54	33.34	39.2
Recipiente + Suelo Seco	33.99	30.18	34.74
Agua	3.55	3.16	4.46
Peso del Recipiente	22.17	21.7	15.79
Peso Del Suelo Seco	11.82	8.48	18.95
Contenido De Humedad	30.3	37.26	23.54
Número De Golpes	20	22	27

Fuente: elaborado por los investigadores

Figura 72: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido de la cal, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 67:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite plástico de la cal, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO DE CAL</b>			
Recipiente	9	10	11
Recipiente + suelo húmedo	24.29	20.33	18.8
Recipiente + suelo seco	23.98	19.90	18.46
Agua	0.31	0.43	0.34
Peso del recipiente	21.91	17.1	16.27
Peso del suelo seco	2.07	2.8	2.19
Límite Plástico	14.98	15.36	15.53

Fuente: elaborado por los investigadores

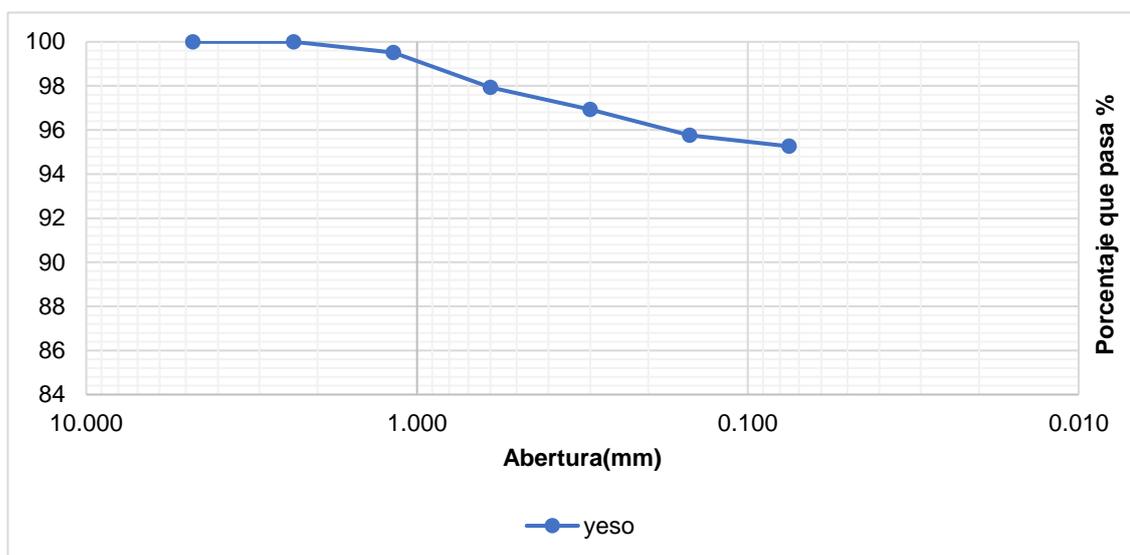
**ANEXO 13.** Ensayo de granulometría, límite líquido y límite plástico del yeso.

**Tabla 68:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del yeso, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL YESO</b>				
Abertura(mm)	Peso retenido	Retenido (%)	Acumulado (%)	% Que pasa
4.760	....			100
2.360	....			100
1.180	4	0.49	0.49	99.51
0.600	13	2.07	2.56	97.93
0.300	8.2	3.07	5.63	96.93
0.150	9.6	4.24	9.87	95.76
0.075	4.1	4.74	14.61	95.26
Fracción	781.8			

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 73:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de granulometría del yeso, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 69:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de límite líquido del yeso, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO DEL YESO</b>		
N° Tarro	7	8
Tarro + Suelo Húmedo	182.52	187.38
Tarro + Suelo Seco	175.14	177.34
Agua	7.38	10.04
Peso del Tarro	72.18	70.64
Peso del Suelo Seco	102.96	106.7
% de Humedad	7.17	9.41

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 70:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de peso específico del yeso, marzo 2021.

<b>ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL YESO</b>	
Tipo de molde utilizado	Probeta 1000ml
Peso del frasco + Alcohol	597
Peso de material superficial seca en aire	40.43
Peso de material saturado + Alcohol + Molde	647
Peso Global con desplazamiento de volumen	631.8
Peso Volumen de masa + Volumen vacíos	15.2
Peso específico	2.66

Fuente: elaborado por los investigadores.

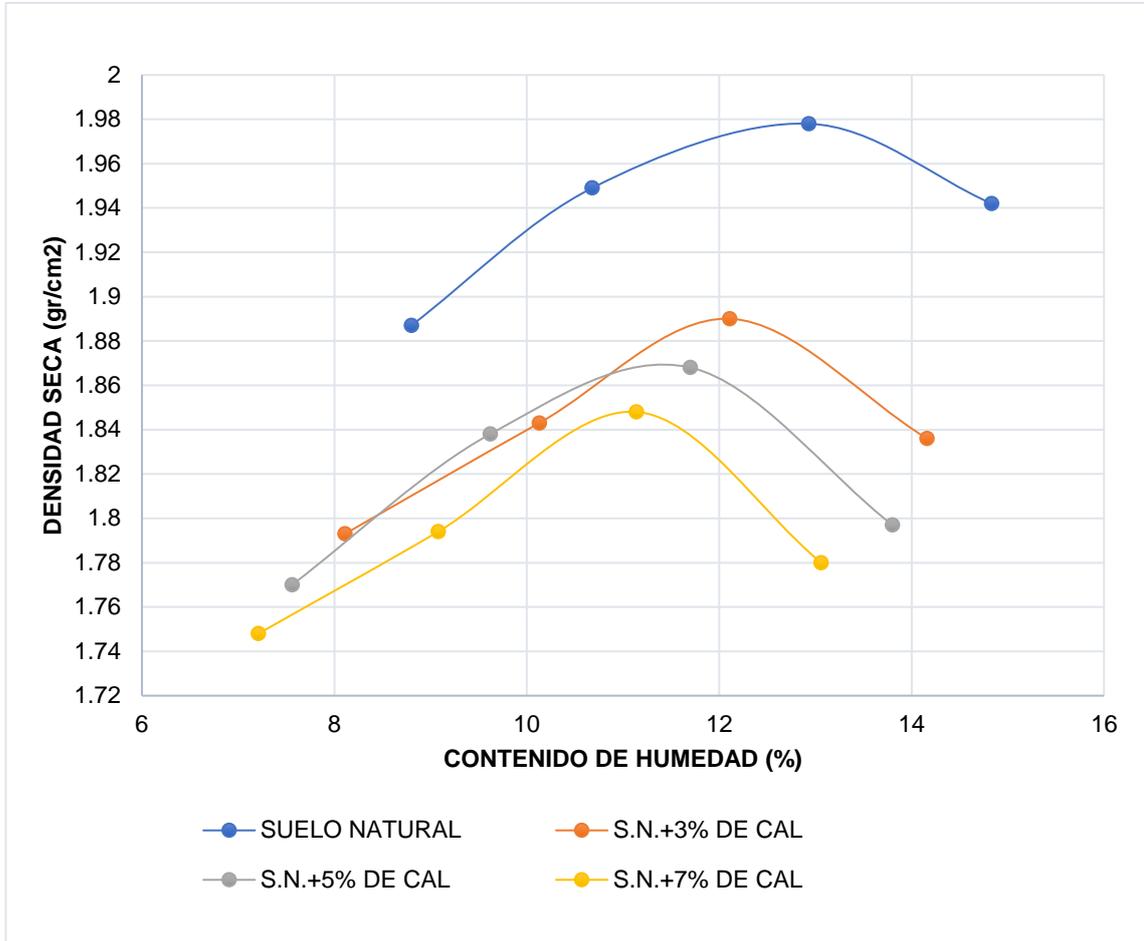
**ANEXO 14.** Ensayo de Proctor Modificado más la incorporación de cal.

**Tabla 71:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
8.8	1.887	8.11	1.793
10.68	1.949	10.13	1.843
12.93	1.978	12.11	1.89
14.83	1.942	14.16	1.836
<b>12.8</b>	<b>1.978</b>	<b>12.4</b>	<b>1.891</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
7.56	1.77	7.21	1.748
9.62	1.838	9.08	1.794
11.7	1.868	11.14	1.848
13.8	1.797	13.06	1.78
<b>11.5</b>	<b>1.868</b>	<b>11.3</b>	<b>1.848</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 74: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021



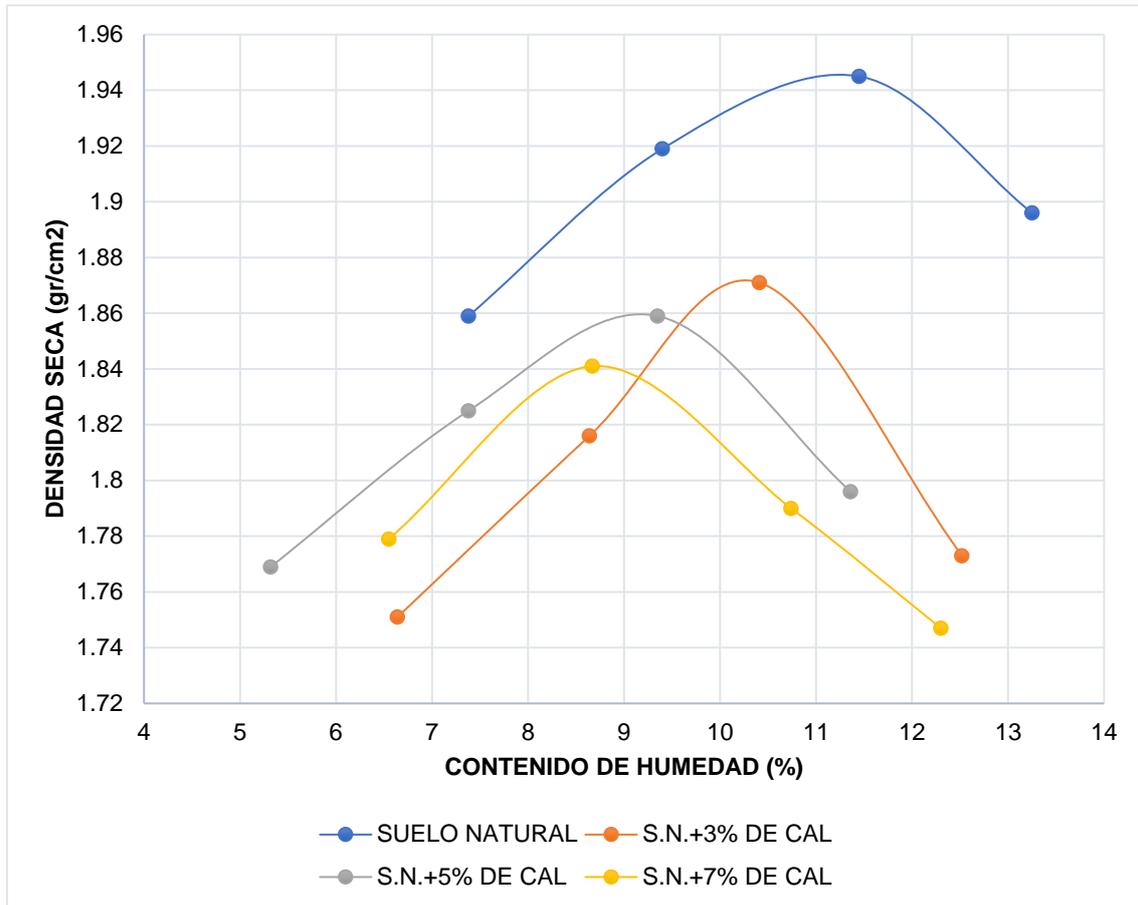
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 72:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
7.38	1.859	6.64	1.751
9.4	1.919	8.64	1.816
11.45	1.945	10.41	1.871
13.25	1.896	12.52	1.773
<b>11.2</b>	<b>1.946</b>	<b>10.6</b>	<b>1.872</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
5.32	1.769	6.55	1.779
7.38	1.825	8.67	1.841
9.35	1.859	10.74	1.79
11.36	1.796	12.3	1.747
<b>9.3</b>	<b>1.859</b>	<b>8.4</b>	<b>1.842</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 75: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.



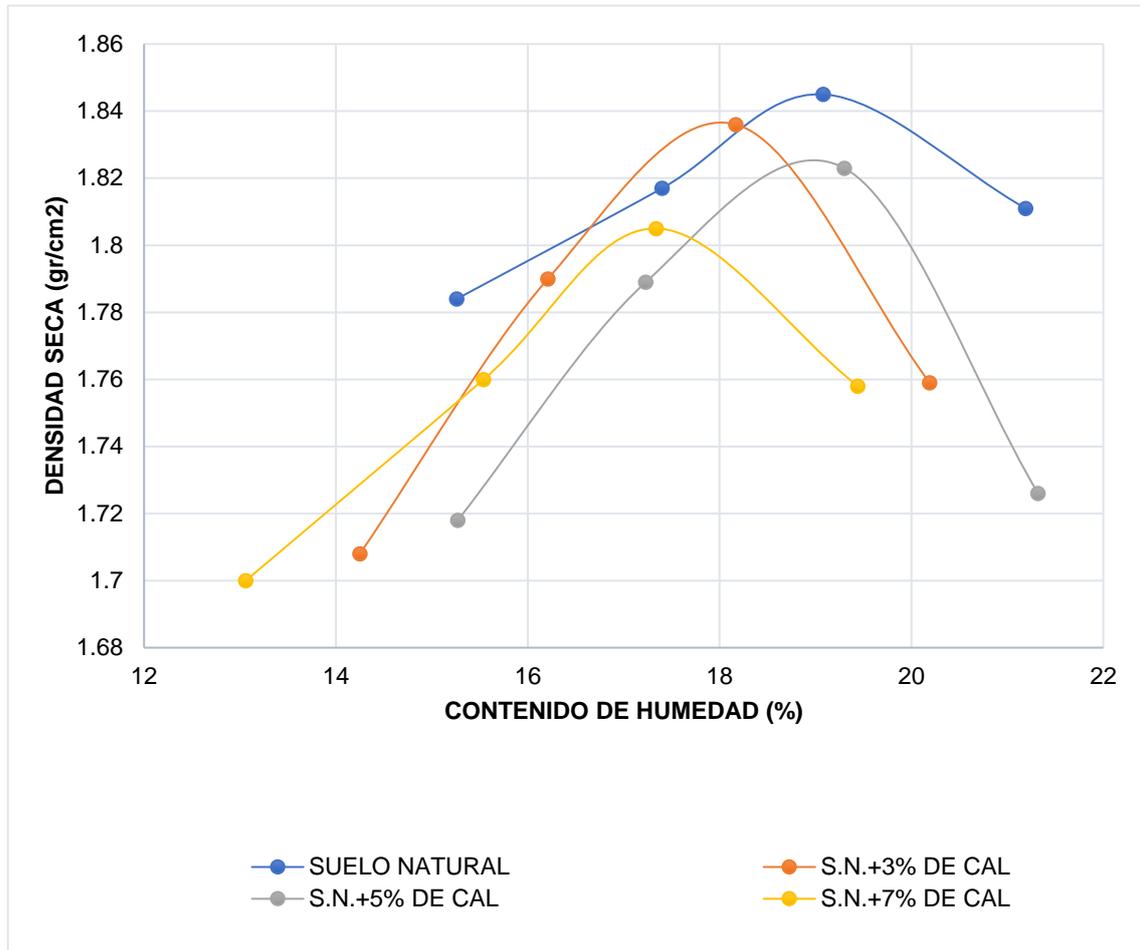
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 73:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
15.26	1.784	14.25	1.708
17.4	1.817	16.21	1.79
19.08	1.845	18.17	1.836
21.19	1.811	20.19	1.759
<b>19.5</b>	<b>1.847</b>	<b>18.2</b>	<b>1.836</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
15.27	1.718	13.06	1.7
17.23	1.789	15.54	1.76
19.3	1.823	17.34	1.805
21.32	1.726	19.44	1.758
<b>19</b>	<b>1.824</b>	<b>17.8</b>	<b>1.807</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 76: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.



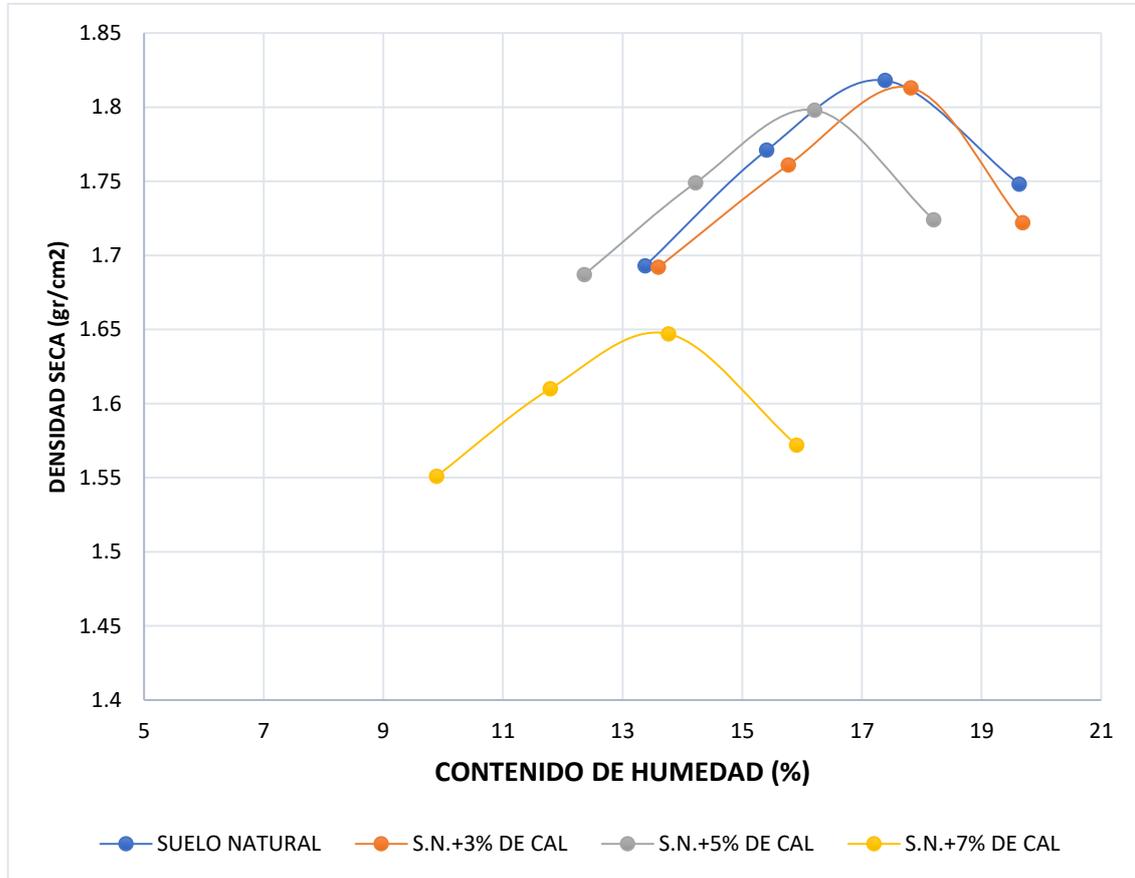
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 74:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.38	1.693	13.6	1.692
15.41	1.771	15.77	1.761
17.39	1.818	17.82	1.813
19.63	1.748	19.69	1.722
<b>17.6</b>	<b>1.818</b>	<b>17.8</b>	<b>1.813</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.36	1.687	9.89	1.551
14.22	1.749	11.79	1.61
16.21	1.798	13.77	1.647
18.2	1.724	15.91	1.572
<b>16.3</b>	<b>1.798</b>	<b>13.8</b>	<b>1.647</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 77: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021.



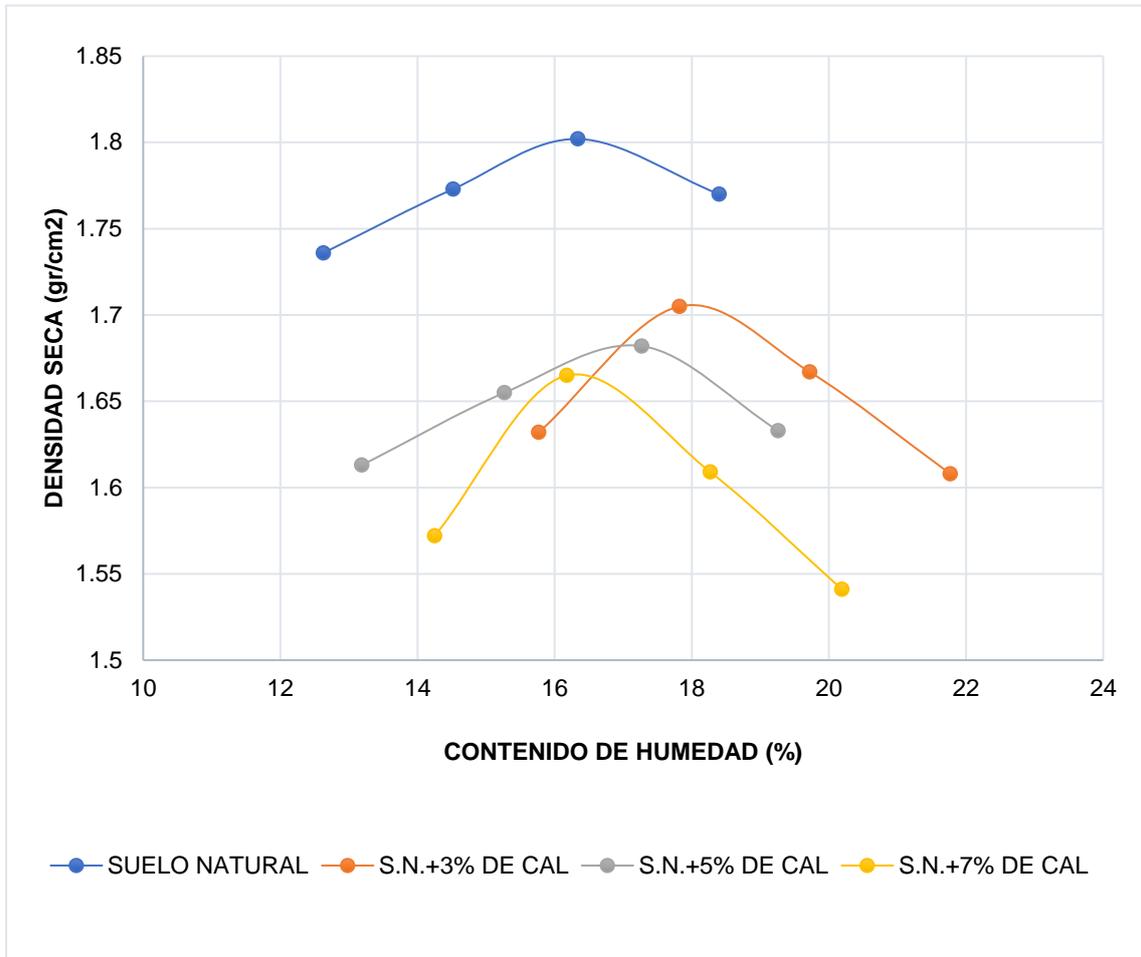
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 75:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.63	1.736	13.19	1.613
14.52	1.773	15.27	1.655
16.34	1.802	17.27	1.682
18.4	1.77	19.26	1.633
<b>16.7</b>	<b>1.803</b>	<b>18.2</b>	<b>1.705</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.19	1.613	14.25	1.572
15.27	1.655	16.18	1.665
17.27	1.682	18.27	1.609
19.26	1.633	20.19	1.541
<b>17.3</b>	<b>1.682</b>	<b>16.2</b>	<b>1.665</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 78: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.



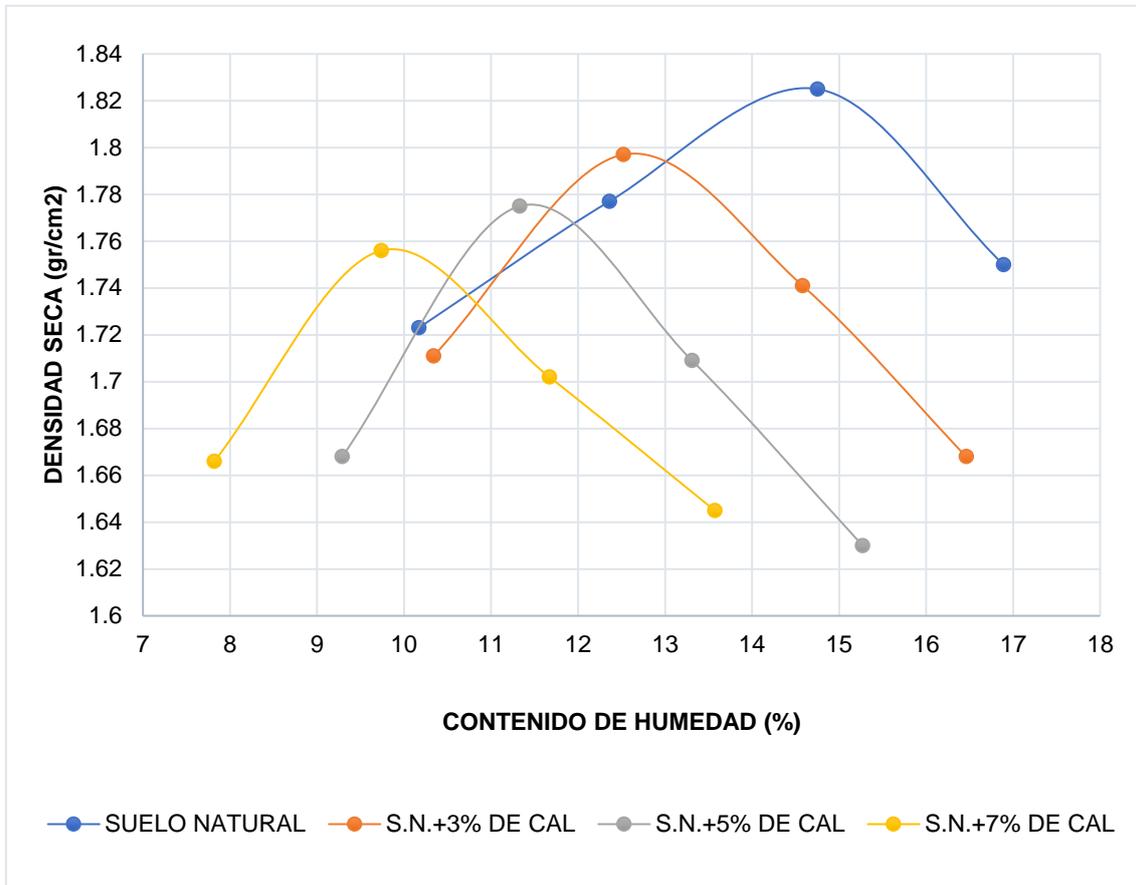
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 76:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021.

<b>CALICATA N°06</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
10.17	1.723	10.34	1.711
12.36	1.777	12.52	1.797
14.75	1.825	14.58	1.741
16.89	1.75	16.46	1.668
<b>14.7</b>	<b>1.825</b>	<b>12.4</b>	<b>1.797</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
9.29	1.668	7.82	1.666
11.33	1.775	9.74	1.756
13.31	1.709	11.67	1.702
15.27	1.63	13.57	1.645
<b>11.3</b>	<b>1.775</b>	<b>9.7</b>	<b>1.756</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 79: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021



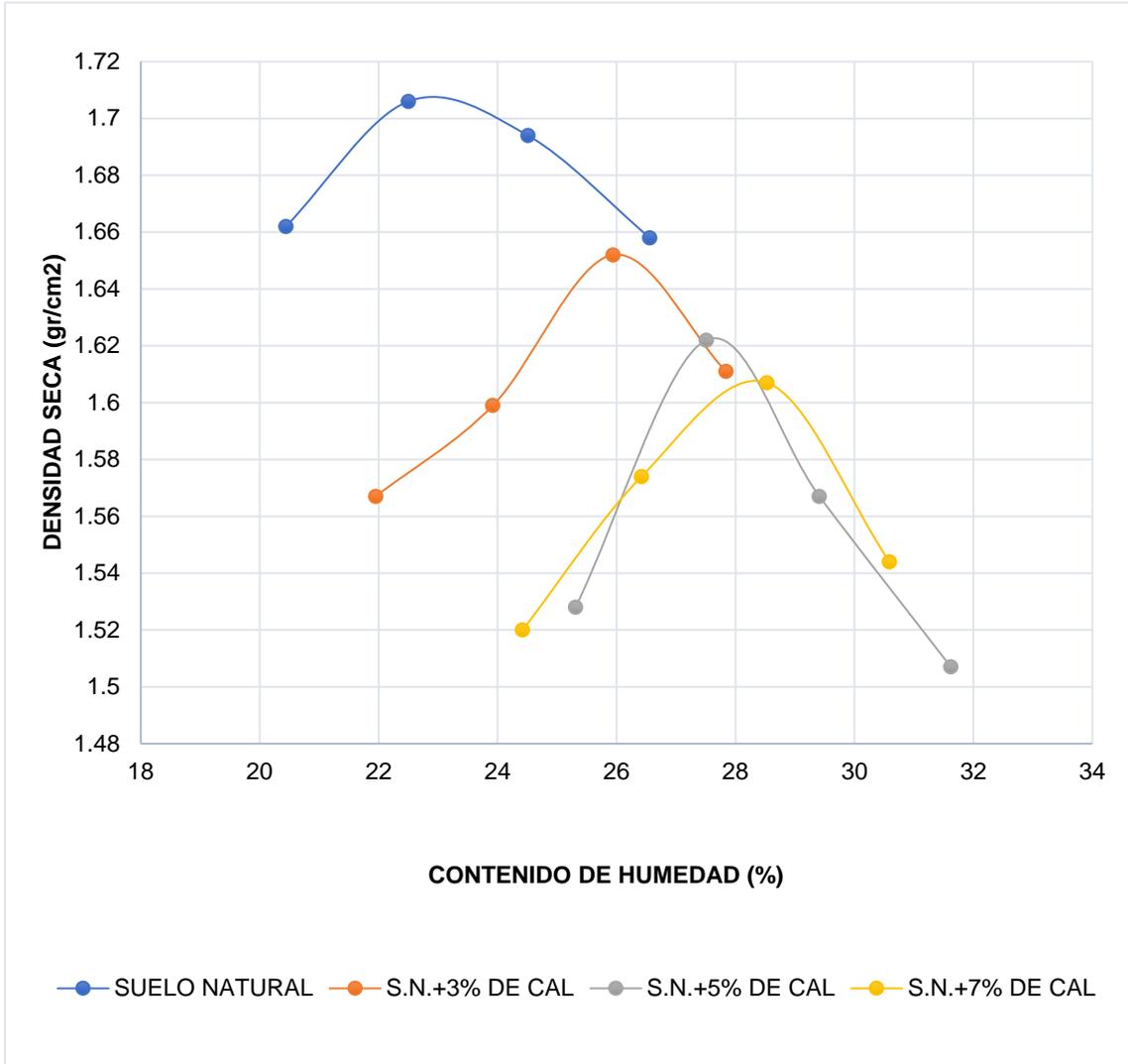
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 77:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
20.44	1.662	21.95	1.567
22.5	1.706	23.92	1.599
24.51	1.694	25.94	1.652
26.56	1.658	27.84	1.611
<b>22.9</b>	<b>1.707</b>	<b>26.3</b>	<b>1.654</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
25.31	1.528	24.42	1.52
27.51	1.622	26.42	1.574
29.41	1.567	28.53	1.607
31.62	1.507	30.59	1.544
<b>27.3</b>	<b>1.623</b>	<b>28.4</b>	<b>1.607</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 80: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.



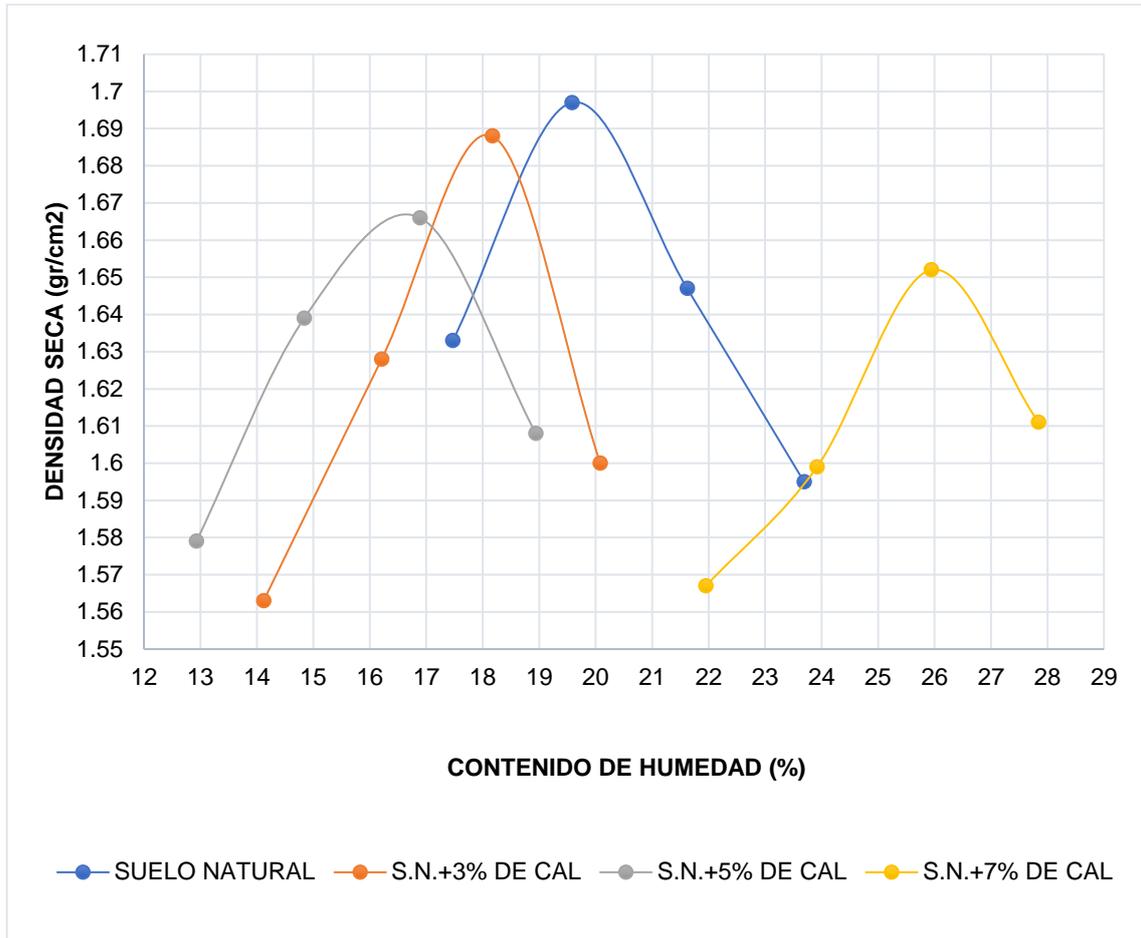
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 78:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.47	1.633	14.12	1.563
19.58	1.697	16.21	1.628
21.62	1.647	18.17	1.688
23.69	1.595	20.08	1.6
<b>19.3</b>	<b>1.698</b>	<b>18.1</b>	<b>1.668</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.93	1.579	21.95	1.567
14.84	1.639	23.92	1.599
16.89	1.666	25.94	1.652
18.94	1.608	27.84	1.611
<b>16.7</b>	<b>1.666</b>	<b>26.3</b>	<b>1.654</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 81: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021



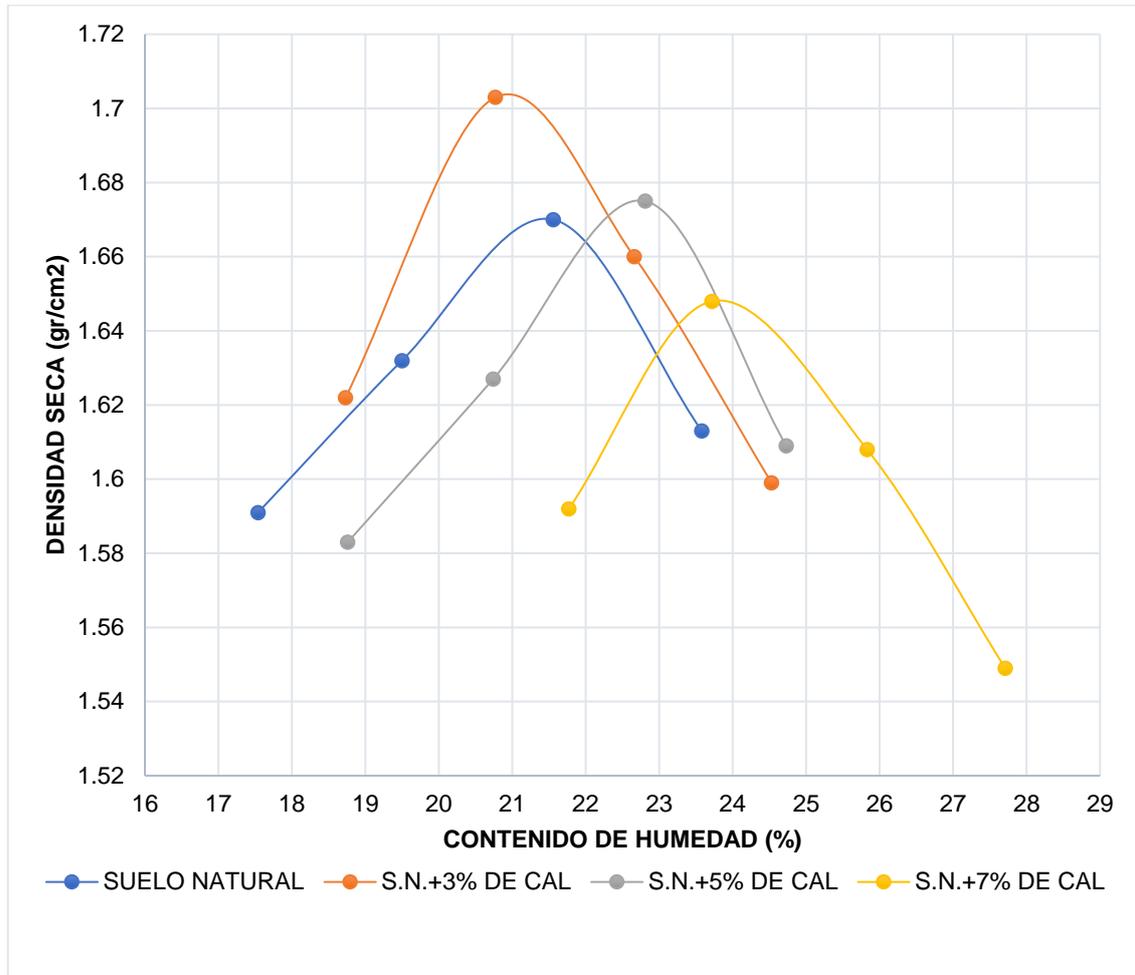
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 79:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.54	1.591	18.73	1.622
19.5	1.632	20.77	1.703
21.56	1.67	22.66	1.66
23.58	1.613	24.53	1.599
<b>21.7</b>	<b>1.67</b>	<b>20.7</b>	<b>1.703</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
18.76	1.583	21.77	1.592
20.74	1.627	23.72	1.648
22.81	1.675	25.83	1.608
24.73	1.609	27.71	1.549
<b>22.9</b>	<b>1.675</b>	<b>23.7</b>	<b>1.648</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 82: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.



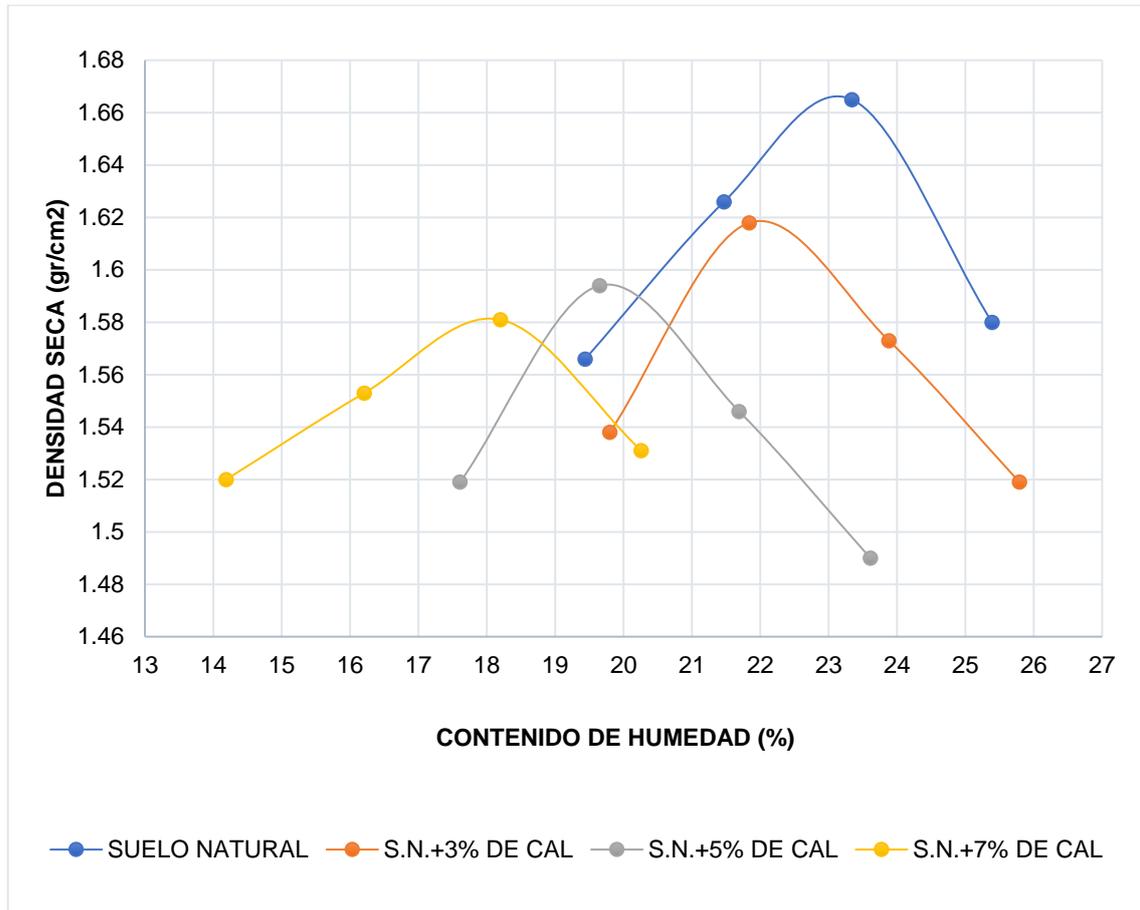
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 80:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
19.44	1.566	19.8	1.538
21.47	1.626	21.84	1.618
23.34	1.665	23.88	1.573
25.39	1.58	25.79	1.519
<b>23.3</b>	<b>1.665</b>	<b>21.8</b>	<b>1.618</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.61	1.519	14.19	1.52
19.65	1.594	16.21	1.553
21.69	1.546	18.2	1.581
23.61	1.490	20.26	1.531
<b>19.5</b>	<b>1.594</b>	<b>18.3</b>	<b>1.581</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 83: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021



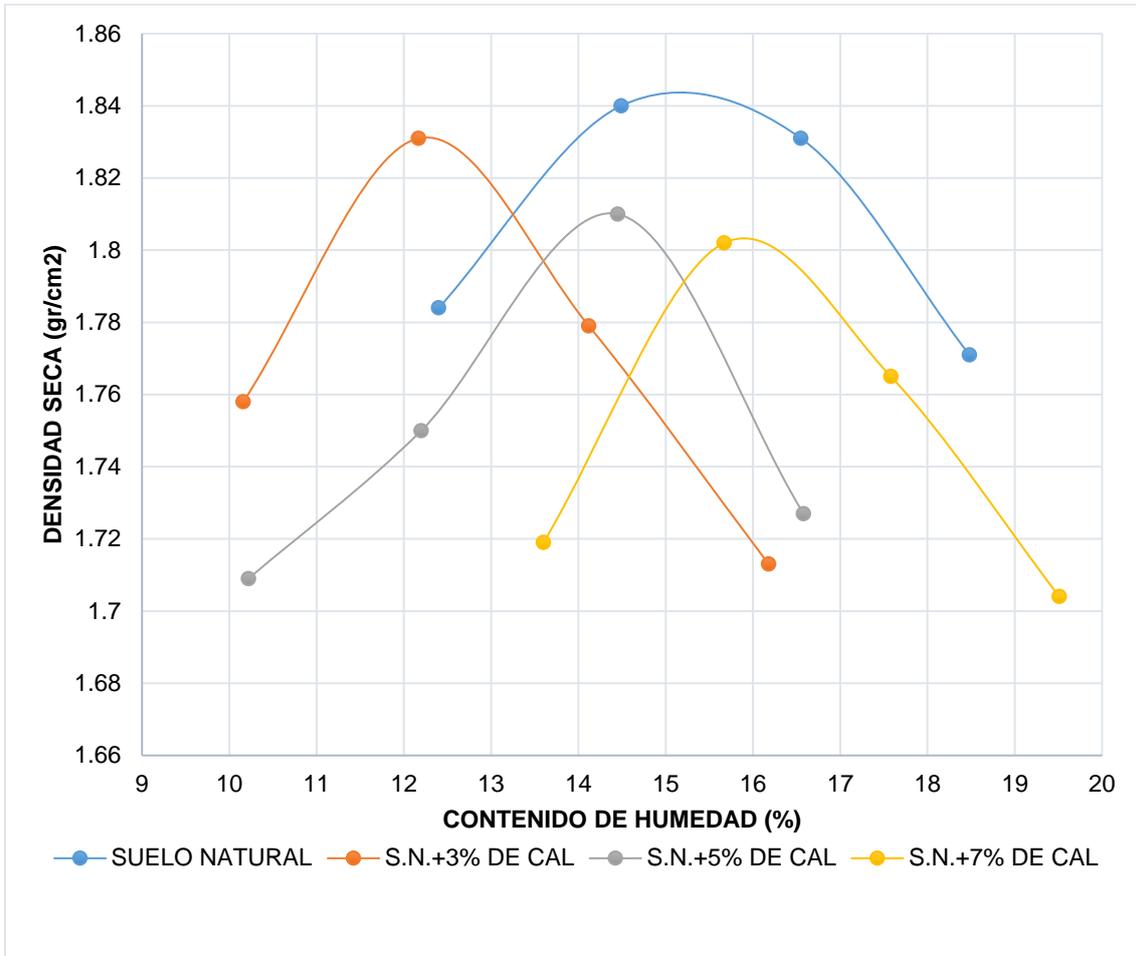
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 81:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 3% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.4	1.784	10.16	1.758
14.49	1.84	12.17	1.831
16.55	1.831	14.12	1.779
18.48	1.771	16.18	1.713
<b>15.2</b>	<b>1.844</b>	<b>12</b>	<b>1.831</b>
<b>Suelo natural + 5% de cal</b>		<b>Suelo natural + 7% de cal</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
10.22	1.709	13.6	1.719
12.2	1.75	15.67	1.802
14.45	1.81	17.58	1.765
16.58	1.727	19.51	1.704
<b>14.5</b>	<b>1.81</b>	<b>15.7</b>	<b>1.802</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 84: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021



Fuente: elaborado por los investigadores.

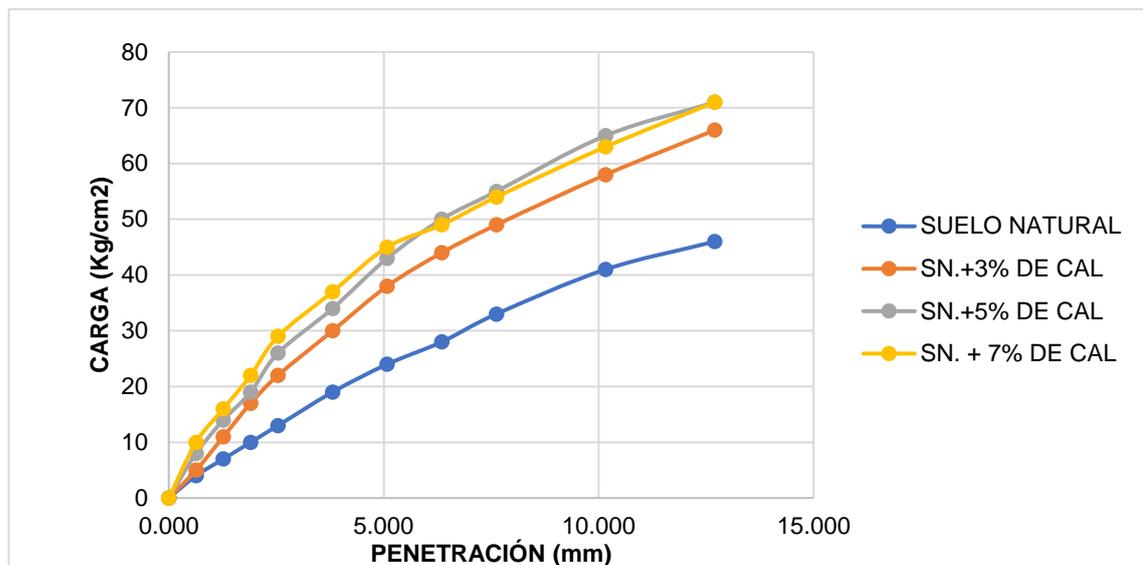
**ANEXO 15.** Ensayo de CBR al 95% más la incorporación de cal.

**Tabla 82:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021.

CALICATA N°01				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	4	5	8	10
1.270	7	11	14	16
1.905	10	17	19	22
2.540	13	22	26	29
3.810	19	30	34	37
5.080	24	38	43	45
6.350	28	44	50	49
7.620	33	49	55	54
10.160	41	58	65	63
12.700	46	66	71	71

Fuente: elaborado por los investigadores.

*Figura 85:* Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021.



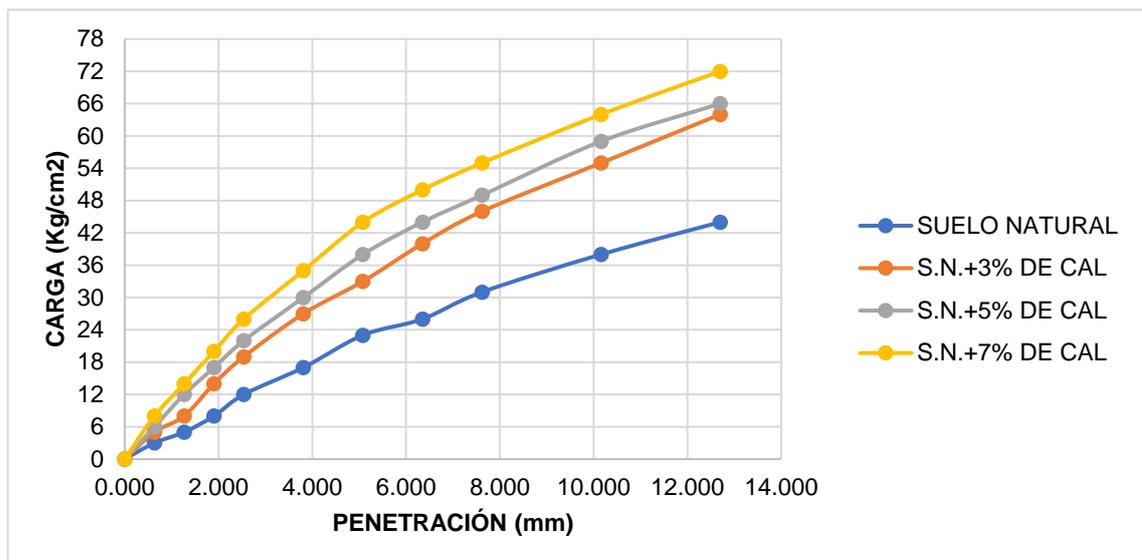
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 83:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.

CALICATA N°02				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	6	8
1.270	5	8	12	14
1.905	8	14	17	20
2.540	12	19	22	26
3.810	17	27	30	35
5.080	23	33	38	44
6.350	26	40	44	50
7.620	31	46	49	55
10.160	38	55	59	64
12.700	44	64	66	72

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 86.** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.



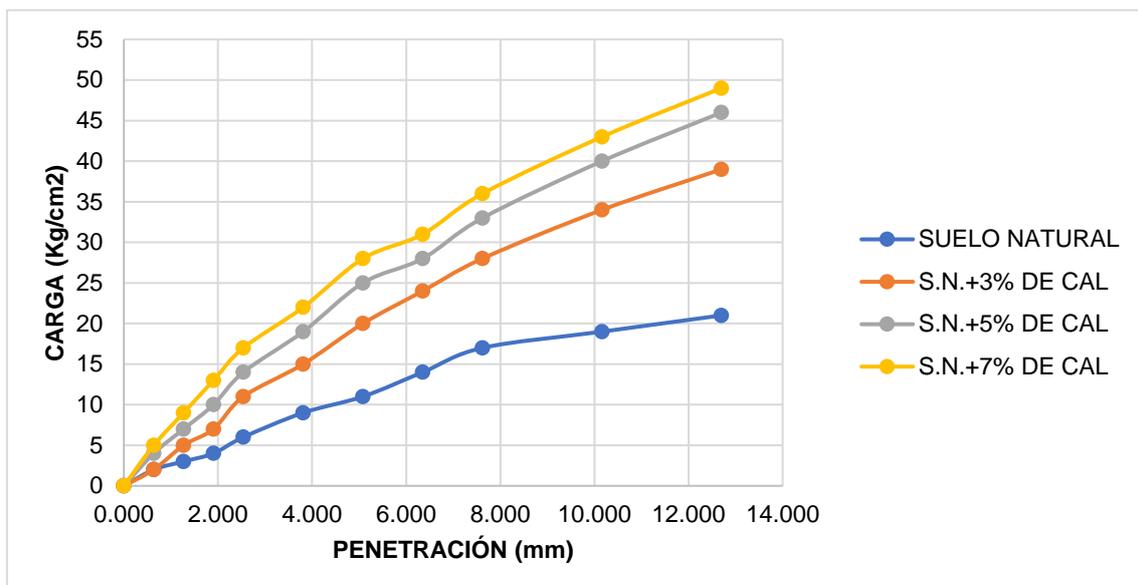
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 84:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.

CALICATA N°03				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	2	2	4	5
1.270	3	5	7	9
1.905	4	7	10	13
2.540	6	11	14	17
3.810	9	15	19	22
5.080	11	20	25	28
6.350	14	24	28	31
7.620	17	28	33	36
10.160	19	34	40	43
12.700	21	39	46	49

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 87:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.



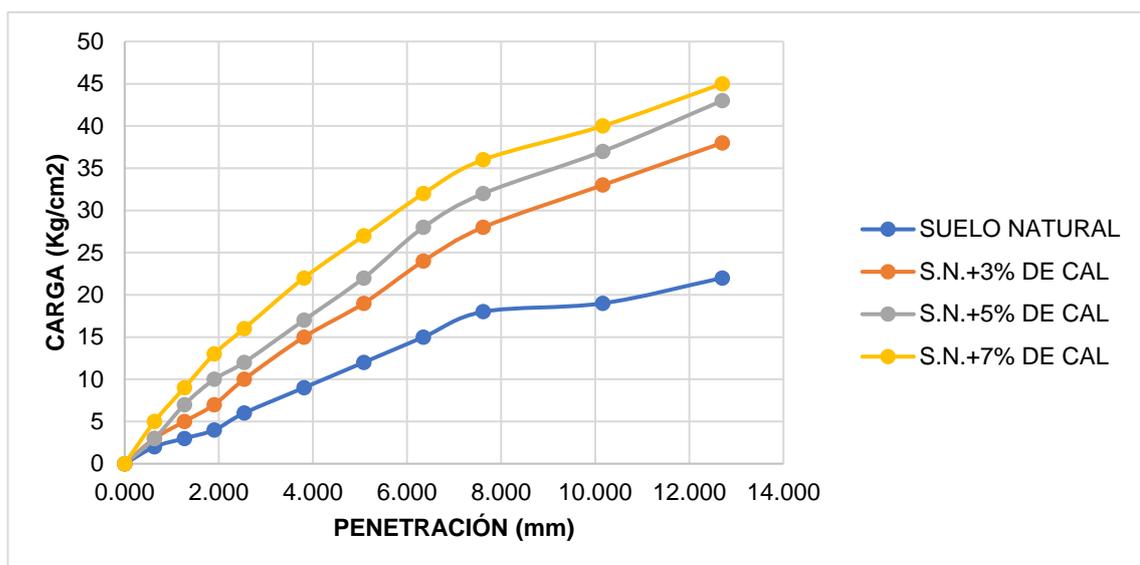
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 85:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021.

CALICATA N°04				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	2	3	3	5
1.270	3	5	7	9
1.905	4	7	10	13
2.540	6	10	12	16
3.810	9	15	17	22
5.080	12	19	22	27
6.350	15	24	28	32
7.620	18	28	32	36
10.160	19	33	37	40
12.700	22	38	43	45

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 88:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021



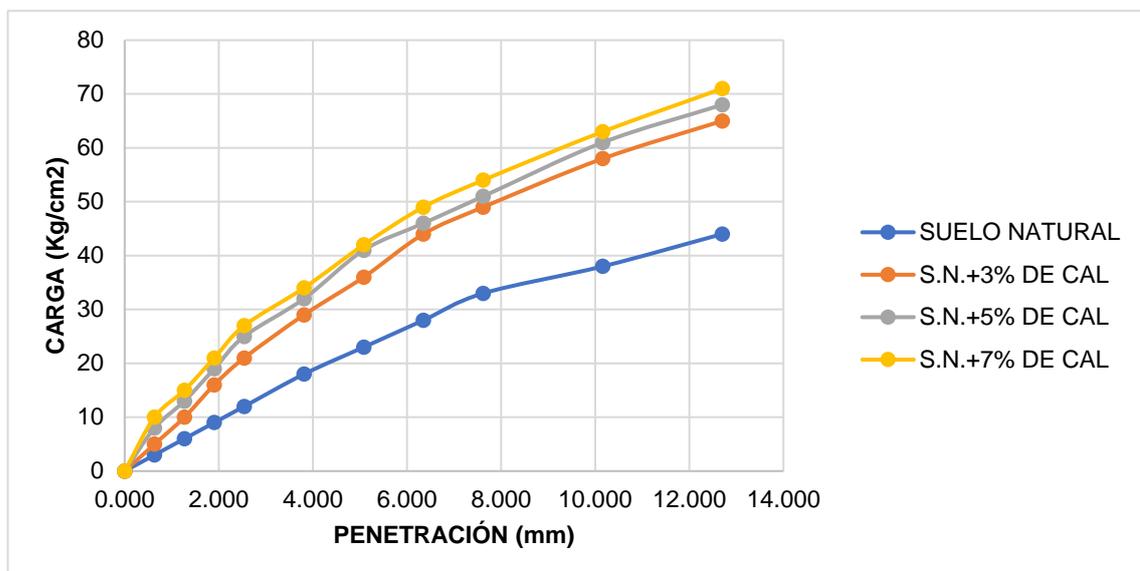
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 86:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.

CALICATA N°05				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	8	10
1.270	6	10	13	15
1.905	9	16	19	21
2.540	12	21	25	27
3.810	18	29	32	34
5.080	23	36	41	42
6.350	28	44	46	49
7.620	33	49	51	54
10.160	38	58	61	63
12.700	44	65	68	71

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 89:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.



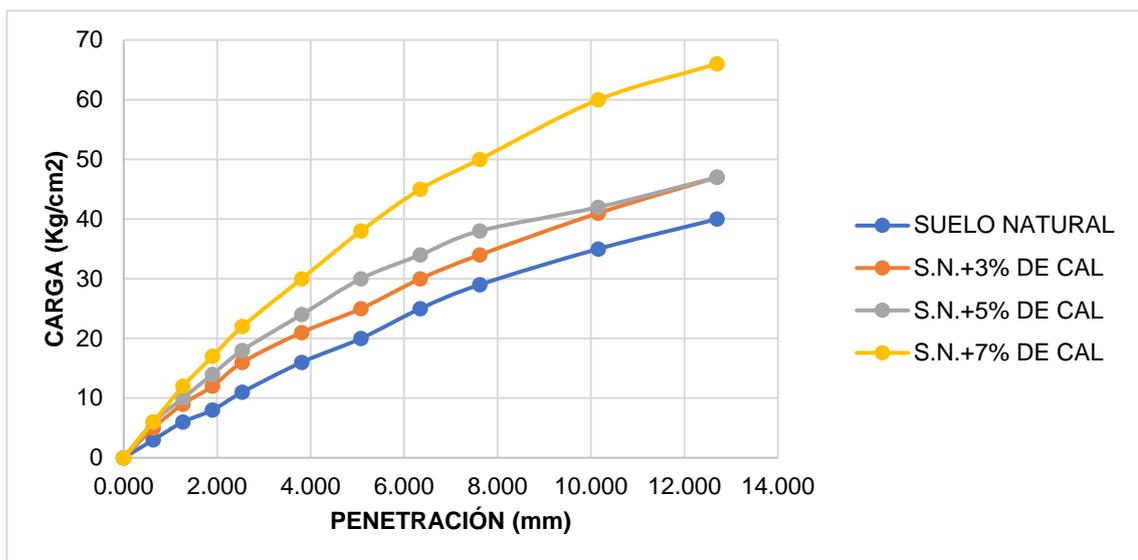
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 87:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021.

CALICATA N°06				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	6	6
1.270	6	9	10	12
1.905	8	12	14	17
2.540	11	16	18	22
3.810	16	21	24	30
5.080	20	25	30	38
6.350	25	30	34	45
7.620	29	34	38	50
10.160	35	41	42	60
12.700	40	47	47	66

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 90:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021.



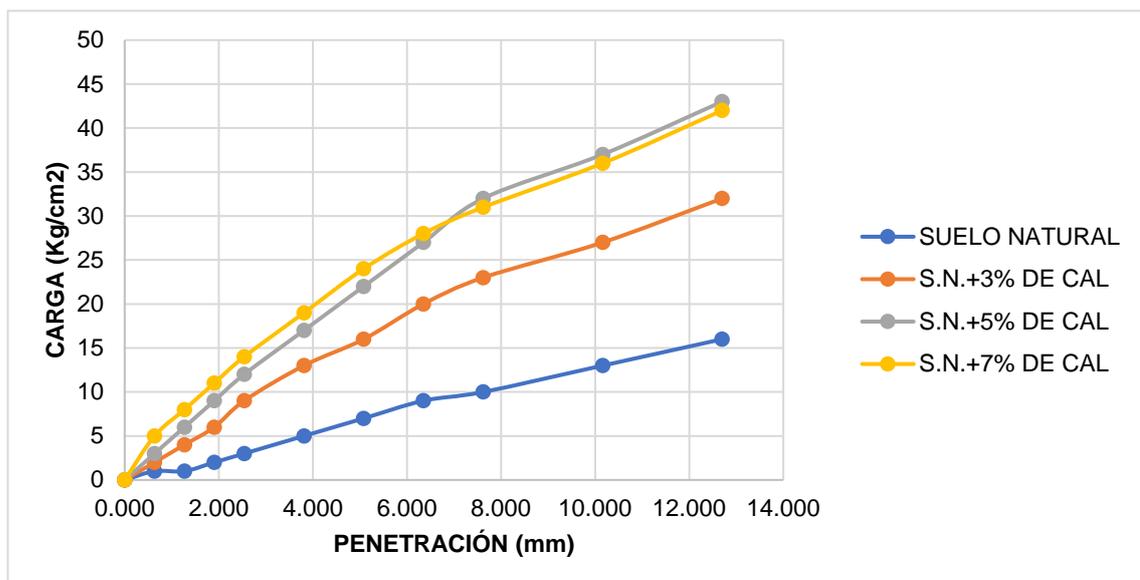
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 88:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.

CALICATA N°07				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	5
1.270	1	4	6	8
1.905	2	6	9	11
2.540	3	9	12	14
3.810	5	13	17	19
5.080	7	16	22	24
6.350	9	20	27	28
7.620	10	23	32	31
10.160	13	27	37	36
12.700	16	32	43	42

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 91:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.



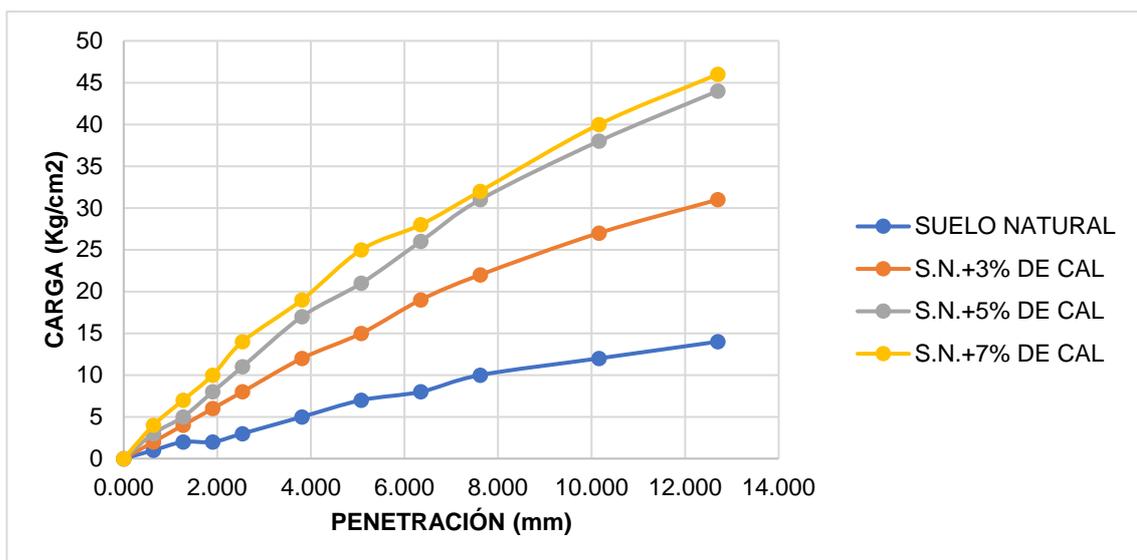
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 89:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. + 3% DE CAL</b>	<b>95% DEL S.N. + 5% DE CAL</b>	<b>95% DEL S.N. + 7% DE CAL</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	4
1.270	2	4	5	7
1.905	2	6	8	10
2.540	3	8	11	14
3.810	5	12	17	19
5.080	7	15	21	25
6.350	8	19	26	28
7.620	10	22	31	32
10.160	12	27	38	40
12.700	14	31	44	46

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 92:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021.



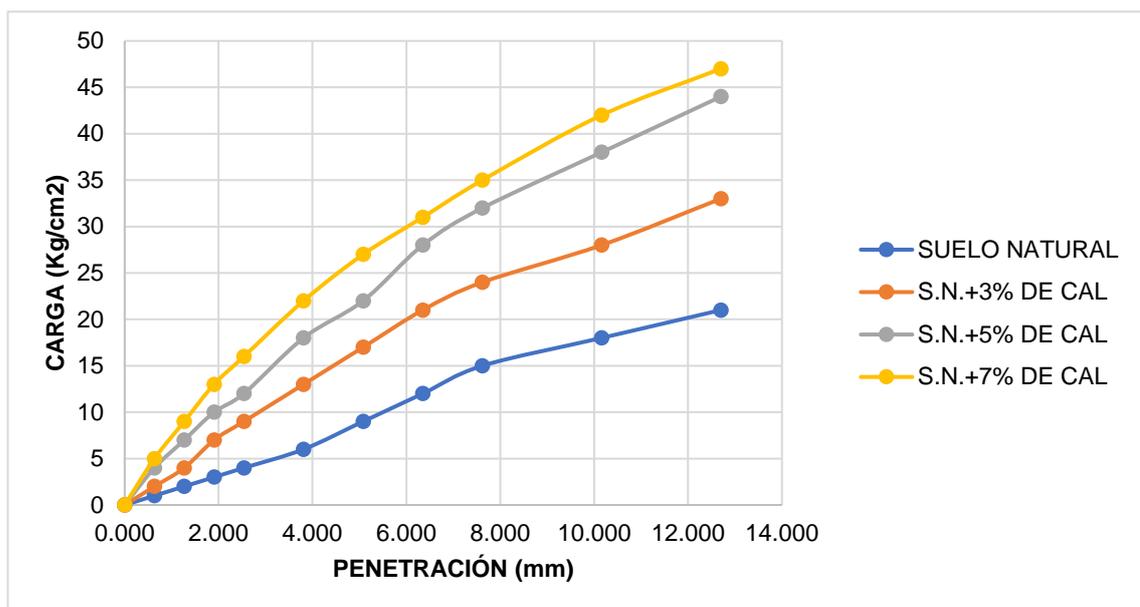
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 90:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.

CALICATA N°09				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	4	5
1.270	2	4	7	9
1.905	3	7	10	13
2.540	4	9	12	16
3.810	6	13	18	22
5.080	9	17	22	27
6.350	12	21	28	31
7.620	15	24	32	35
10.160	18	28	38	42
12.700	21	33	44	47

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 93:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.



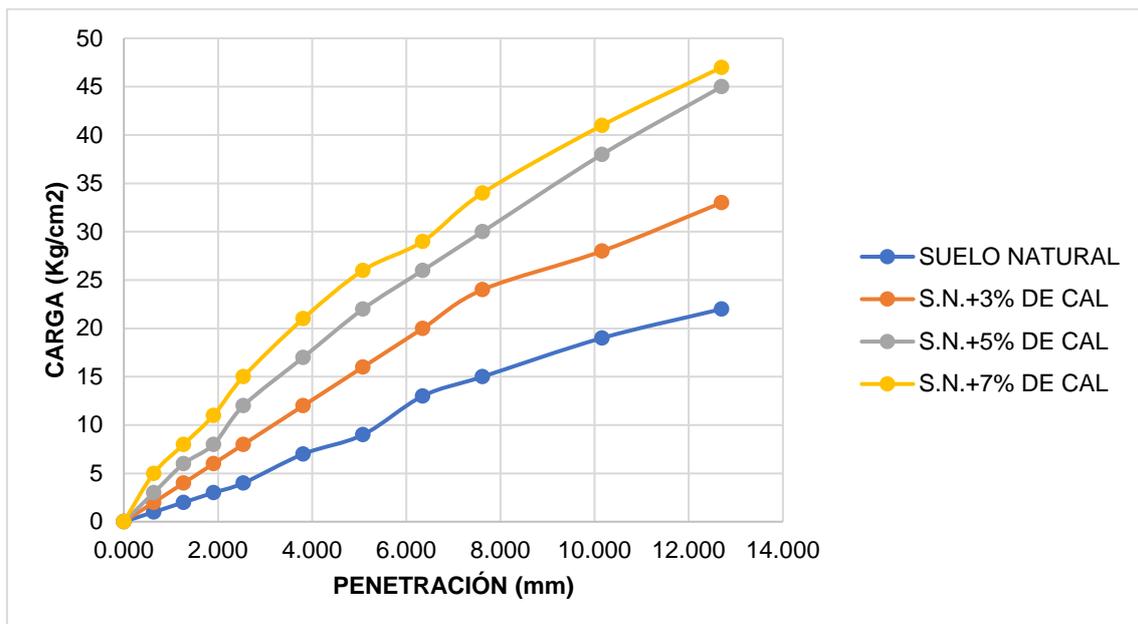
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 91:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021.

CALICATA N°10				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	5
1.270	2	4	6	8
1.905	3	6	8	11
2.540	4	8	12	15
3.810	7	12	17	21
5.080	9	16	22	26
6.350	13	20	26	29
7.620	15	24	30	34
10.160	19	28	38	41
12.700	22	33	45	47

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 94:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021.



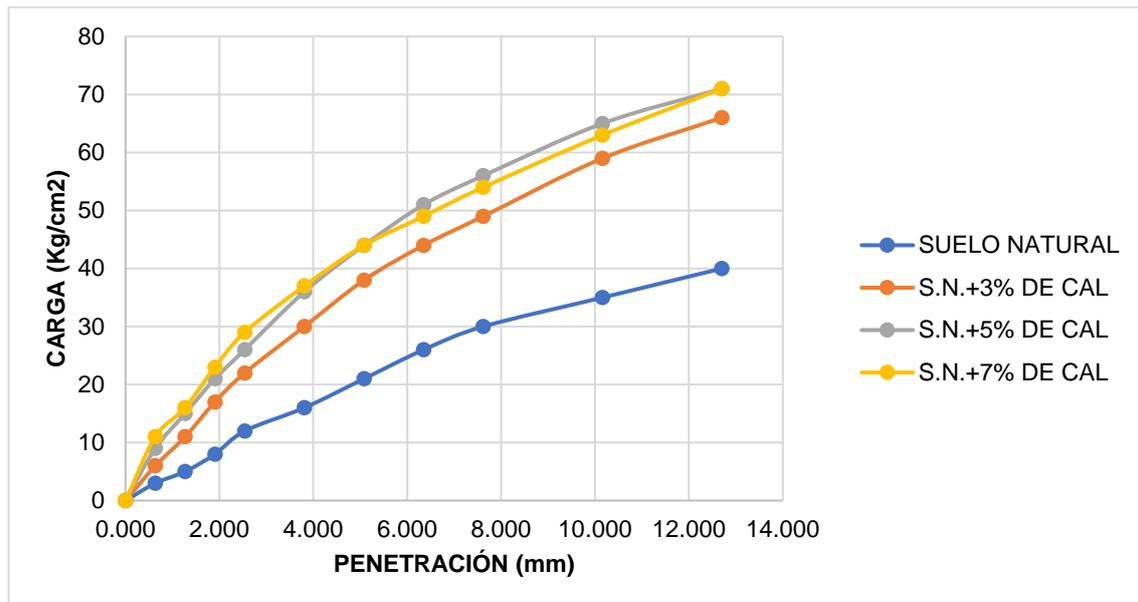
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 92:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021.

CALICATA N°11				
CBR	95% DEL S.N.	95% DEL S.N. + 3% DE CAL	95% DEL S.N. + 5% DE CAL	95% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	6	9	11
1.270	5	11	15	16
1.905	8	17	21	23
2.540	12	22	26	29
3.810	16	30	36	37
5.080	21	38	44	44
6.350	26	44	51	49
7.620	30	49	56	54
10.160	35	59	65	63
12.700	40	66	71	71

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 95:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

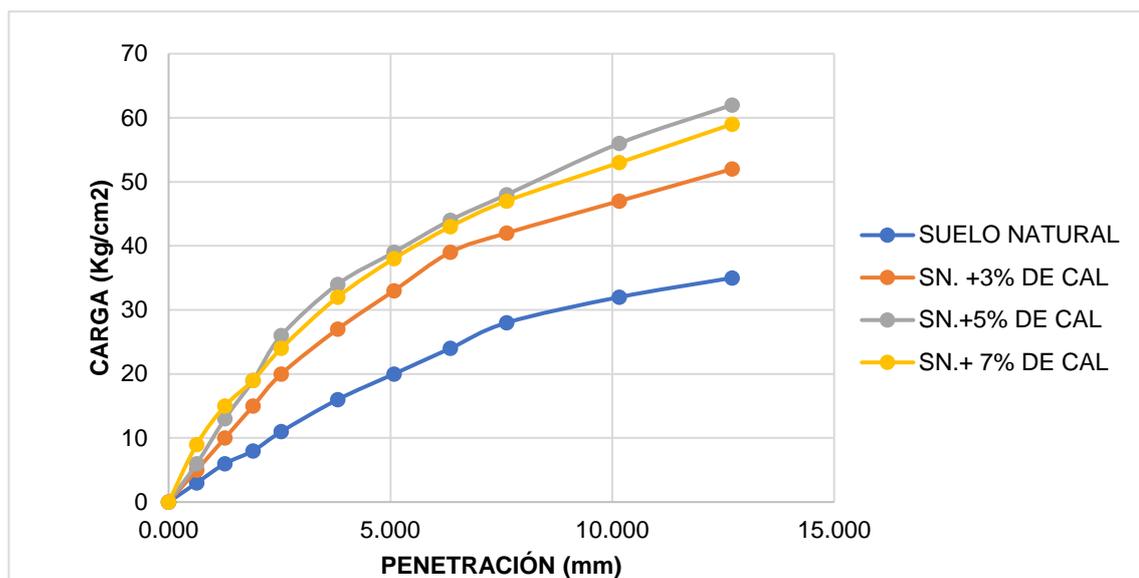
**ANEXO 16.** Ensayo de CBR al 100% más incorporación de cal.

**Tabla 93:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021.

CALICATA N°01				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	6	9
1.270	6	10	13	15
1.905	8	15	19	19
2.540	11	20	26	24
3.810	16	27	34	32
5.080	20	33	39	38
6.350	24	39	44	43
7.620	28	42	48	47
10.160	32	47	56	53
12.700	35	52	62	59

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 96: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°01, marzo 2021.



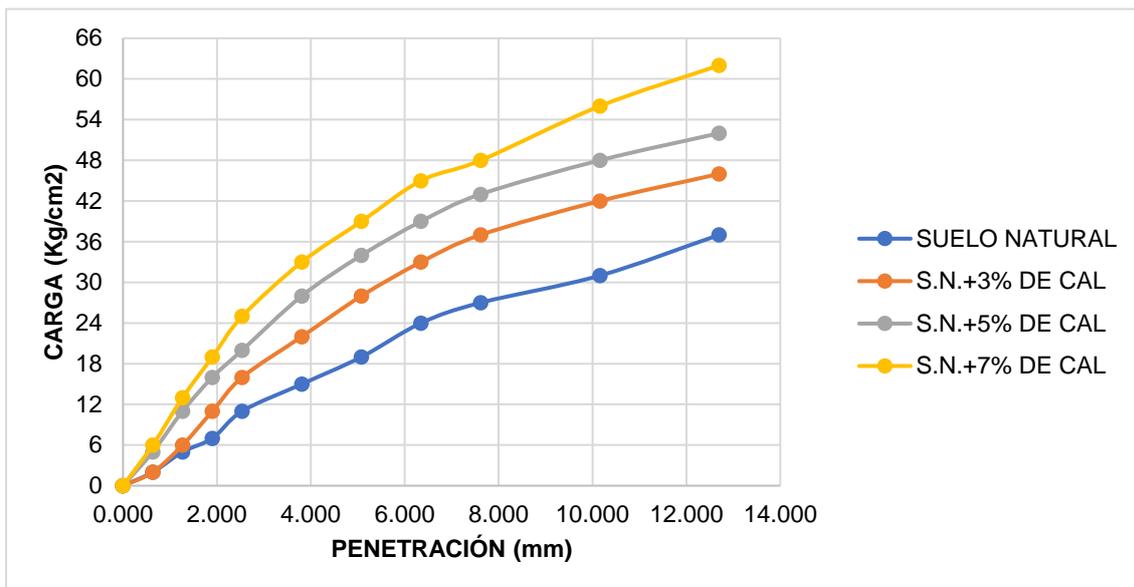
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 94:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.

CALICATA N°02				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	2	2	5	6
1.270	5	6	11	13
1.905	7	11	16	19
2.540	11	16	20	25
3.810	15	22	28	33
5.080	19	28	34	39
6.350	24	33	39	45
7.620	27	37	43	48
10.160	31	42	48	56
12.700	37	46	52	62

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 97:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°02, marzo 2021.



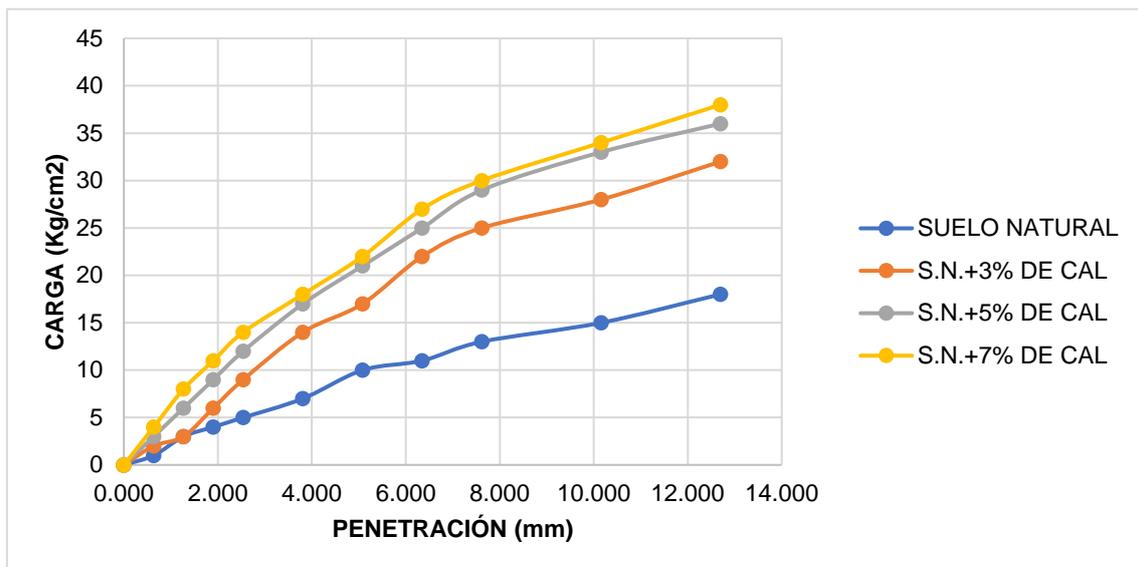
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 95:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. + 3% DE CAL</b>	<b>100% DEL S.N. + 5% DE CAL</b>	<b>100% DEL S.N. + 7% DE CAL</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	4
1.270	3	3	6	8
1.905	4	6	9	11
2.540	5	9	12	14
3.810	7	14	17	18
5.080	10	17	21	22
6.350	11	22	25	27
7.620	13	25	29	30
10.160	15	28	33	34
12.700	18	32	36	38

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 98:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°03, marzo 2021.



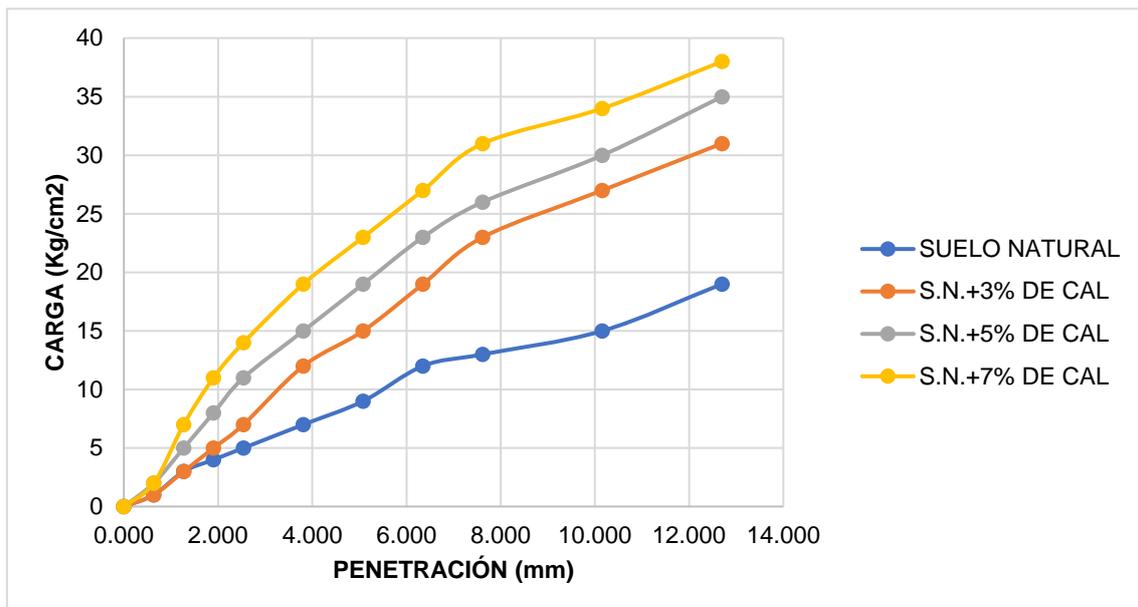
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 96:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021.

CALICATA N°04				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	2
1.270	3	3	5	7
1.905	4	5	8	11
2.540	5	7	11	14
3.810	7	12	15	19
5.080	9	15	19	23
6.350	12	19	23	27
7.620	13	23	26	31
10.160	15	27	30	34
12.700	19	31	35	38

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 99:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°04, marzo 2021.



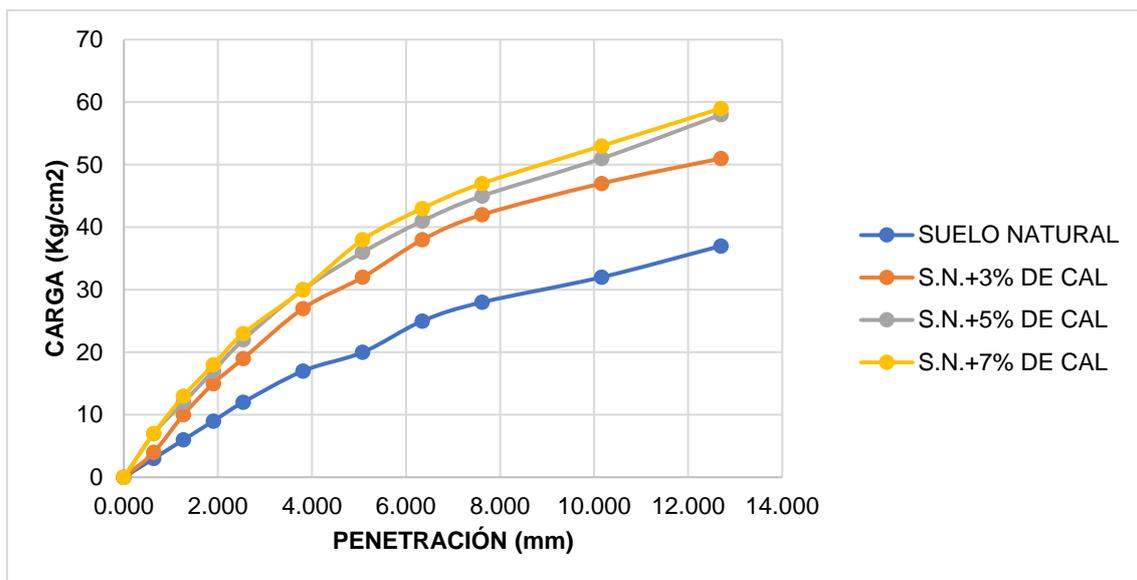
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 97:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. + 3% DE CAL</b>	<b>100% DEL S.N. + 5% DE CAL</b>	<b>100% DEL S.N. + 7% DE CAL</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	4	7	7
1.270	6	10	12	13
1.905	9	15	17	18
2.540	12	19	22	23
3.810	17	27	30	30
5.080	20	32	36	38
6.350	25	38	41	43
7.620	28	42	45	47
10.160	32	47	51	53
12.700	37	51	58	59

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 100:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°05, marzo 2021.



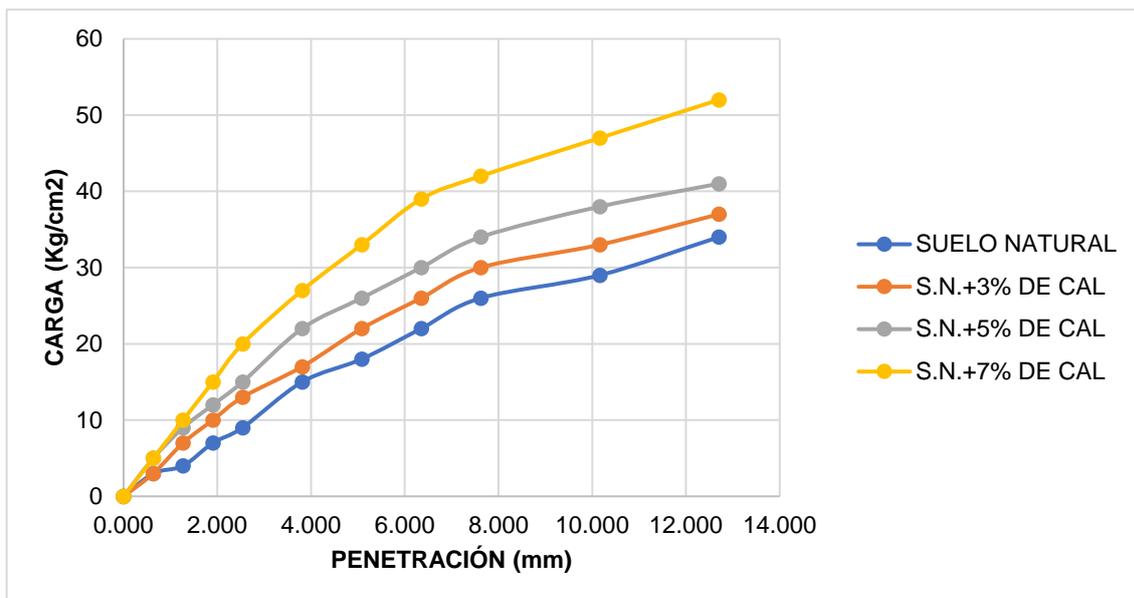
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 98:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021.

CALICATA N°06				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. +3% DE CAL	100% DEL S.N. +5% DE CAL	100% DEL S.N. +7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	3	3	5	5
1.270	4	7	9	10
1.905	7	10	12	15
2.540	9	13	15	20
3.810	15	17	22	27
5.080	18	22	26	33
6.350	22	26	30	39
7.620	26	30	34	42
10.160	29	33	38	47
12.700	34	37	41	52

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 101:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°06, marzo 2021.



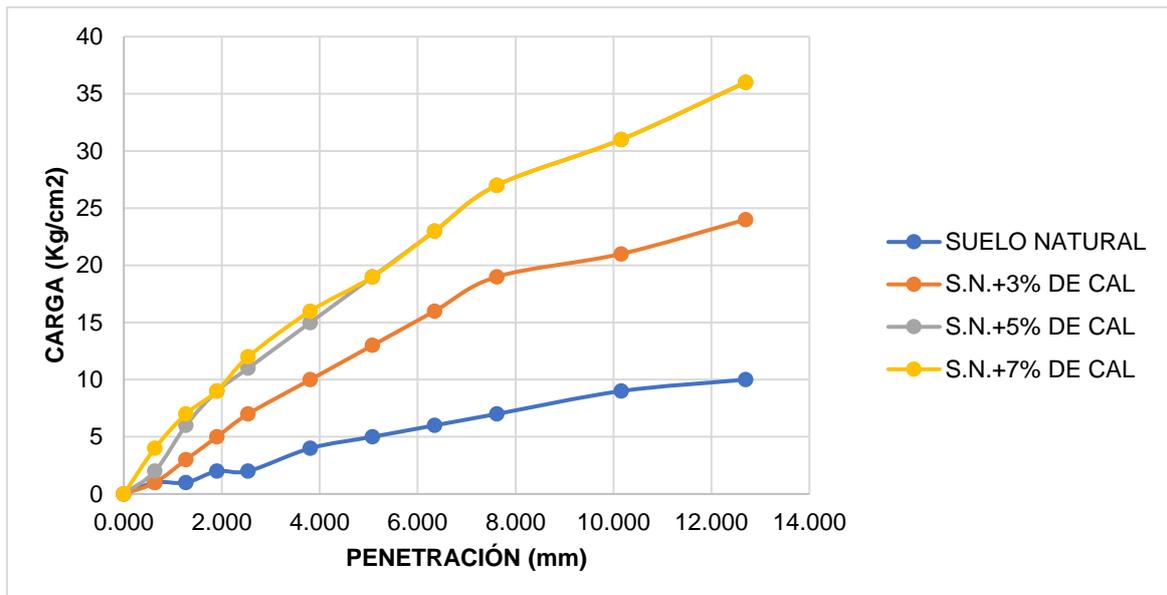
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 99:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.

CALICATA N°07				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	4
1.270	1	3	6	7
1.905	2	5	9	9
2.540	2	7	11	12
3.810	4	10	15	16
5.080	5	13	19	19
6.350	6	16	23	23
7.620	7	19	27	27
10.160	9	21	31	31
12.700	10	24	36	36

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 102:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°07, marzo 2021.



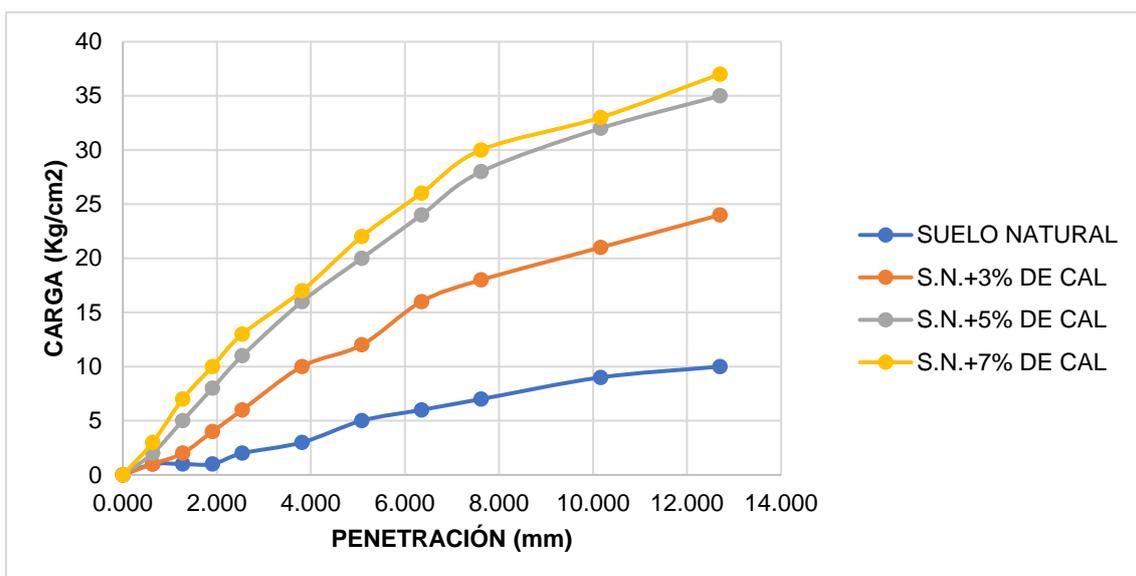
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 100:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021.

CALICATA N°08				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	3
1.270	1	2	5	7
1.905	1	4	8	10
2.540	2	6	11	13
3.810	3	10	16	17
5.080	5	12	20	22
6.350	6	16	24	26
7.620	7	18	28	30
10.160	9	21	32	33
12.700	10	24	35	37

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 103:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°08, marzo 2021.



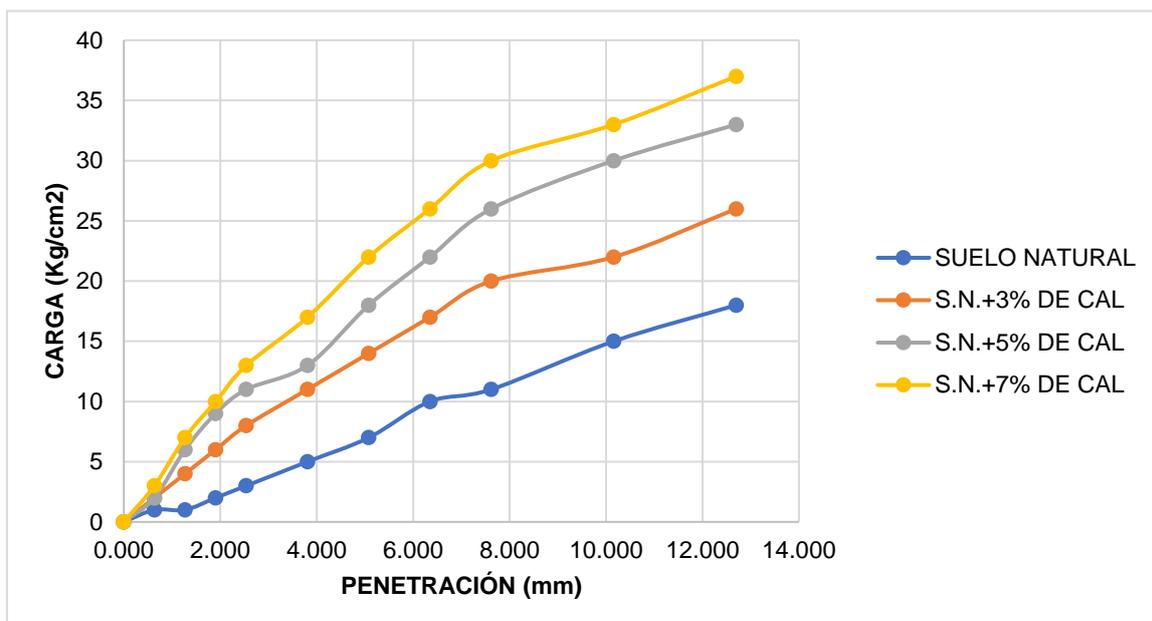
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 101:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.

CALICATA N°09				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	2	3
1.270	1	4	6	7
1.905	2	6	9	10
2.540	3	8	11	13
3.810	5	11	13	17
5.080	7	14	18	22
6.350	10	17	22	26
7.620	11	20	26	30
10.160	15	22	30	33
12.700	18	26	33	37

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 104:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°09, marzo 2021.



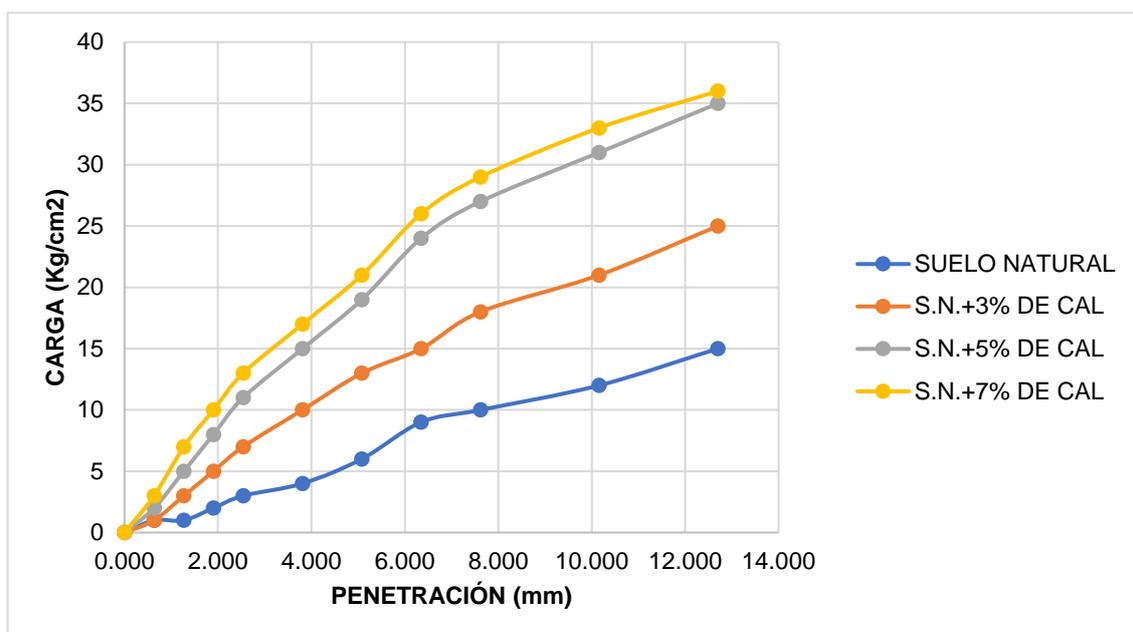
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 102:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021.

CALICATA N°10				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	3
1.270	1	3	5	7
1.905	2	5	8	10
2.540	3	7	11	13
3.810	4	10	15	17
5.080	6	13	19	21
6.350	9	15	24	26
7.620	10	18	27	29
10.160	12	21	31	33
12.700	15	25	35	36

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 105:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°10, marzo 2021.



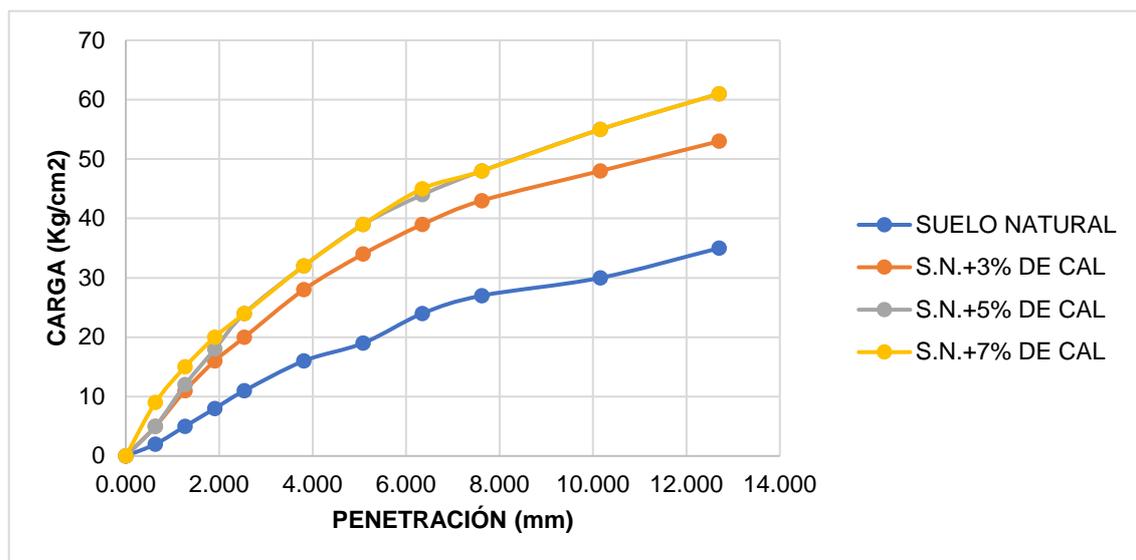
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 103:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021.

CALICATA N°11				
CBR	100% DEL S.N.	100% DEL S.N. + 3% DE CAL	100% DEL S.N. + 5% DE CAL	100% DEL S.N. + 7% DE CAL
PENETRACIÓN(MM)	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	2	5	5	9
1.270	5	11	12	15
1.905	8	16	18	20
2.540	11	20	24	24
3.810	16	28	32	32
5.080	19	34	39	39
6.350	24	39	44	45
7.620	27	43	48	48
10.160	30	48	55	55
12.700	35	53	61	61

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 106:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes de cal, calicata n°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

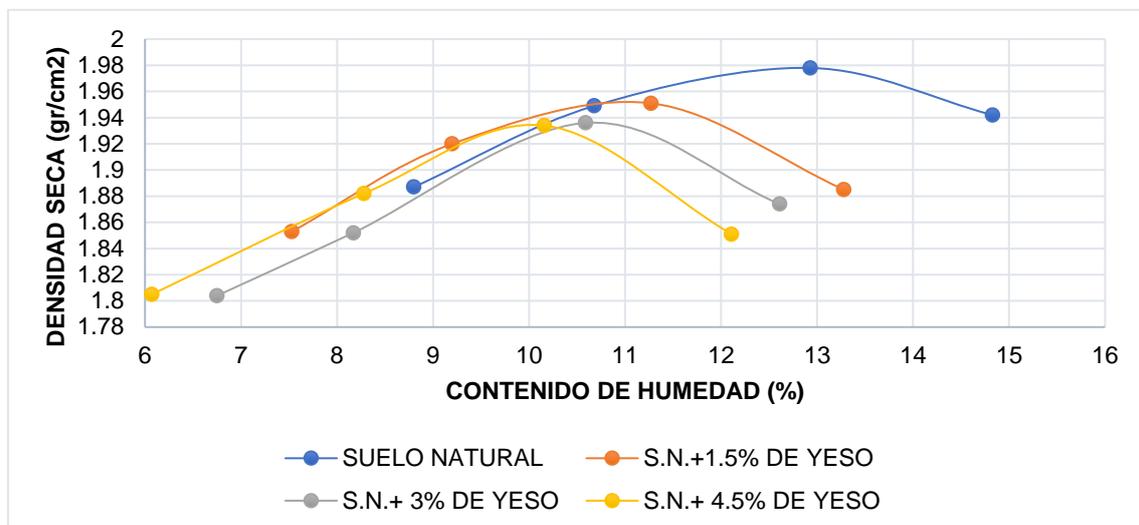
**ANEXO 17.** Ensayo de Proctor Modificado más incorporación de yeso.

**Tabla 104:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°01, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°01</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
8.8	1.887	7.53	1.853
10.68	1.949	9.2	1.92
12.93	1.978	11.27	1.951
14.83	1.942	13.28	1.885
<b>12.8</b>	<b>1.978</b>	<b>11.1</b>	<b>1.957</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
6.75	1.804	6.07	1.805
8.17	1.852	8.28	1.882
10.59	1.936	10.16	1.934
12.61	1.874	12.11	1.851
<b>10.8</b>	<b>1.937</b>	<b>10.2</b>	<b>1.8</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 107: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°01, marzo del 2021.



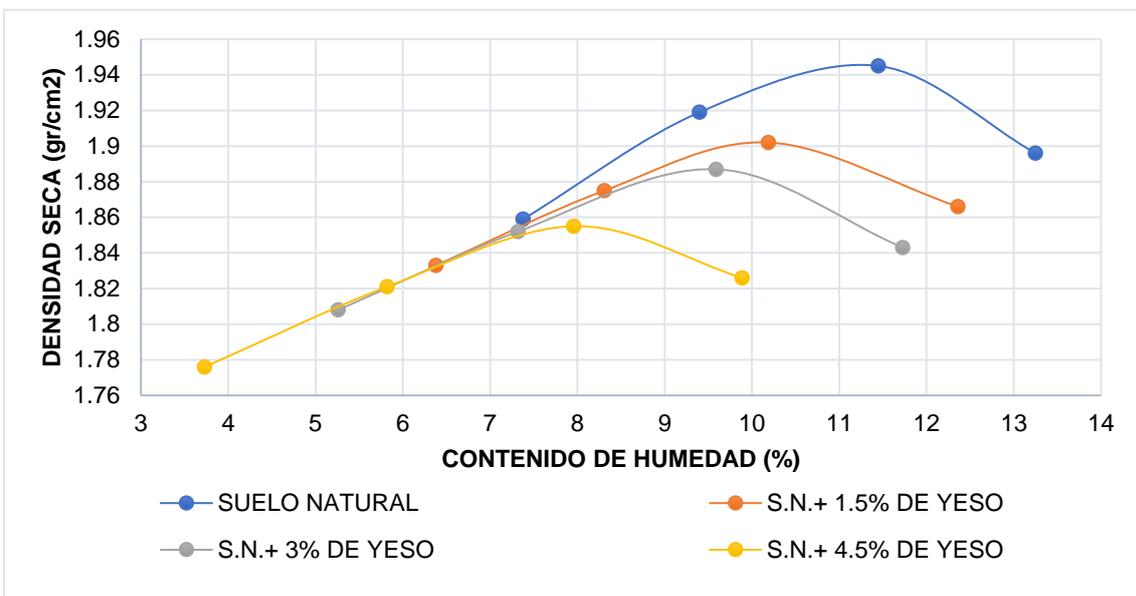
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 105:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°02, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°02</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
7.38	1.859	6.38	1.833
9.4	1.919	8.31	1.875
11.45	1.945	10.19	1.902
13.25	1.896	12.36	1.866
<b>11.2</b>	<b>1.946</b>	<b>10.4</b>	<b>1.902</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
5.26	1.808	3.73	1.776
7.32	1.852	5.82	1.821
9.59	1.887	7.96	1.855
11.73	1.843	9.89	1.826
<b>9.7</b>	<b>1.887</b>	<b>8.2</b>	<b>1.855</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 108:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°02, marzo del 2021.



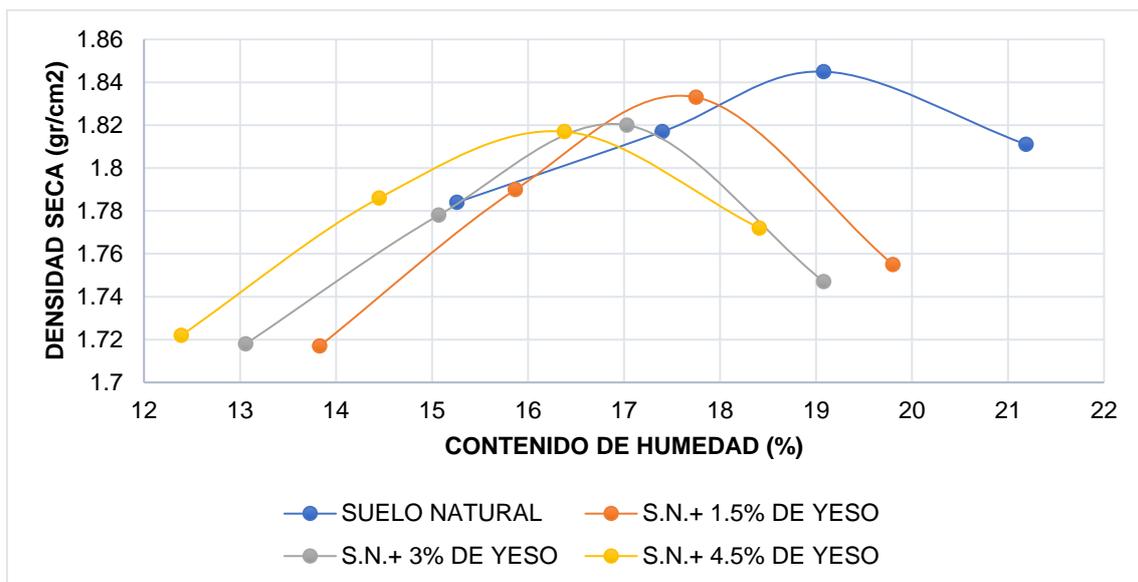
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 106:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°03, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°03</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
15.26	1.784	13.83	1.717
17.4	1.817	15.87	1.79
19.08	1.845	17.75	1.833
21.19	1.811	19.8	1.755
<b>19.5</b>	<b>1.847</b>	<b>17.8</b>	<b>1.833</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.06	1.718	12.39	1.722
15.07	1.778	14.45	1.786
17.03	1.82	16.38	1.817
19.08	1.747	18.41	1.772
<b>17.1</b>	<b>1.82</b>	<b>16.4</b>	<b>1.817</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 109:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°03, marzo del 2021.



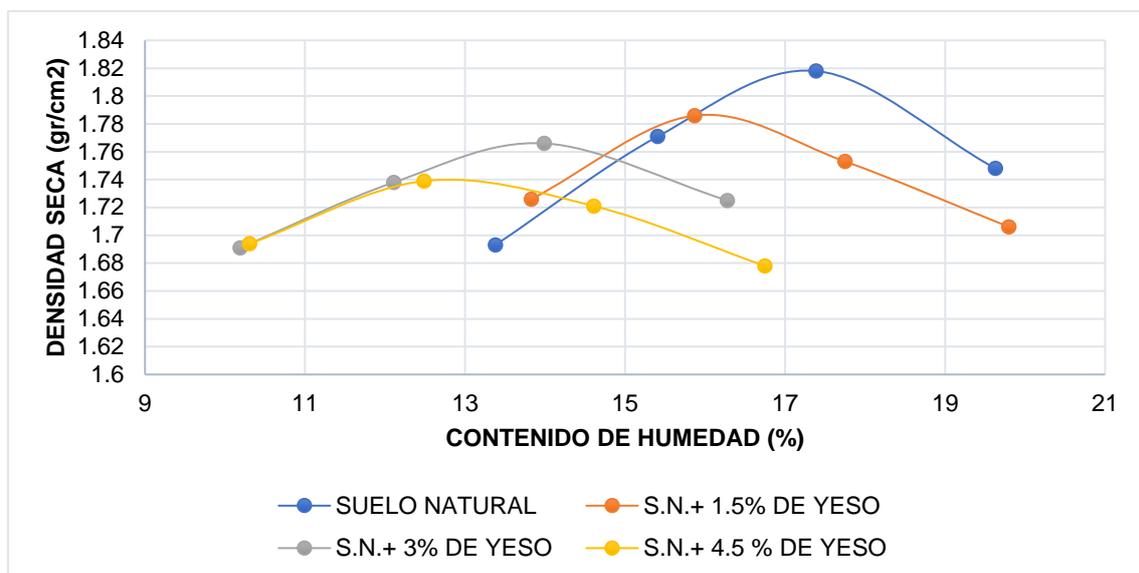
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 107:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°04, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°04</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.38	1.693	13.83	1.726
15.41	1.771	15.87	1.786
17.39	1.818	17.75	1.753
19.63	1.748	19.8	1.706
<b>17.6</b>	<b>1.818</b>	<b>15.8</b>	<b>1.786</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
10.19	1.691	10.31	1.694
12.11	1.738	12.49	1.739
13.99	1.766	14.61	1.721
16.28	1.725	16.75	1.678
<b>14.3</b>	<b>1.766</b>	<b>12.7</b>	<b>1.739</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 110:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°04, marzo del 2021.



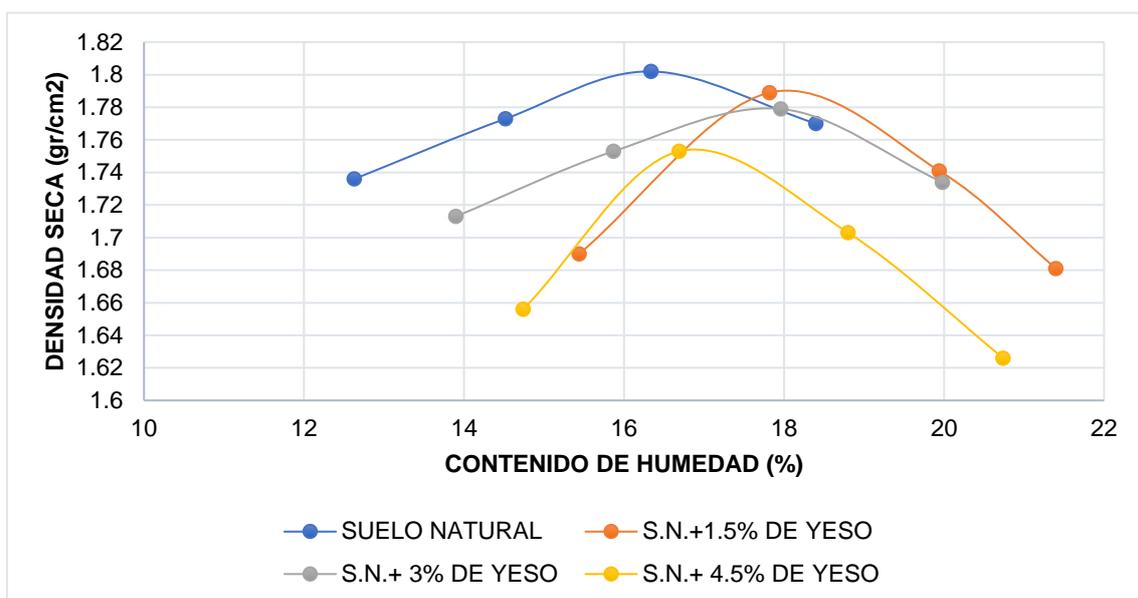
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 108:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°05, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°05</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.63	1.736	15.44	1.69
14.52	1.773	17.82	1.789
16.34	1.802	19.94	1.741
18.4	1.77	21.4	1.681
<b>16.7</b>	<b>1.803</b>	<b>17.8</b>	<b>1.789</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
13.9	1.713	14.74	1.656
15.87	1.753	16.69	1.753
17.96	1.779	18.8	1.703
19.98	1.734	20.74	1.626
<b>17.9</b>	<b>1.779</b>	<b>16.8</b>	<b>1.753</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 111:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°05, marzo del 2021.



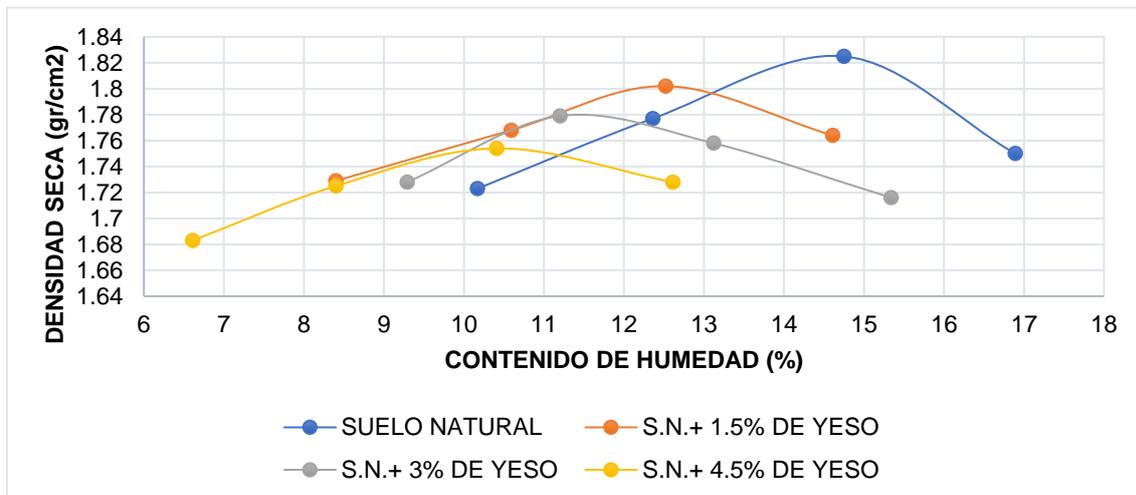
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 109:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°06, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°06</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
10.17	1.723	8.4	1.729
12.36	1.777	10.59	1.768
14.75	1.825	12.52	1.802
16.89	1.75	14.61	1.764
<b>14.7</b>	<b>1.825</b>	<b>12.9</b>	<b>1.803</b>
<b>suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
9.29	1.728	6.61	1.683
11.2	1.779	8.4	1.725
13.12	1.758	10.41	1.754
15.34	1.716	12.61	1.728
<b>11.4</b>	<b>1.779</b>	<b>10.8</b>	<b>1.755</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 112:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°06, marzo del 2021.



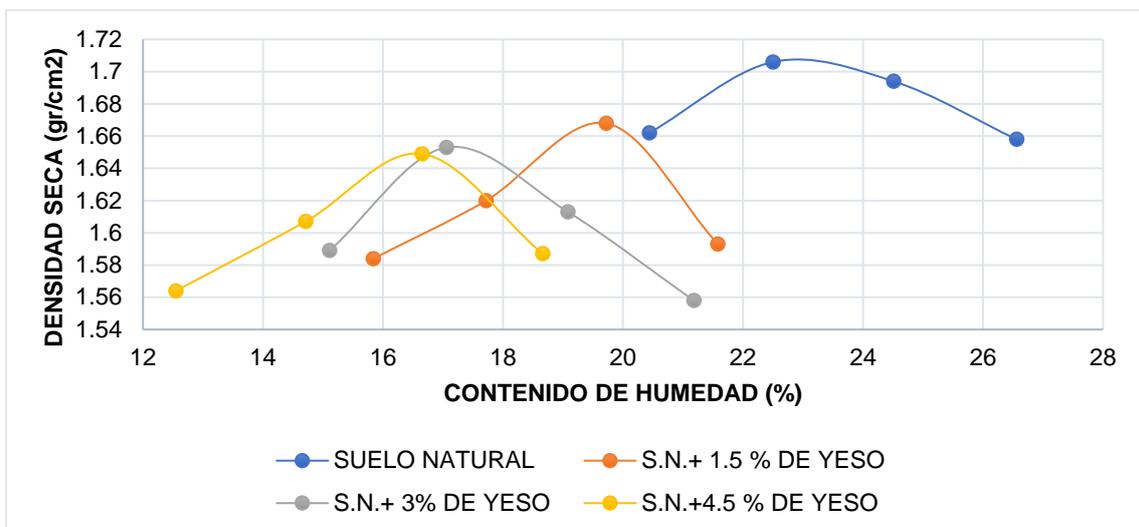
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 110:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°07, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°07</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
20.44	1.662	15.84	1.584
22.5	1.706	17.72	1.62
24.51	1.694	19.72	1.668
26.56	1.658	21.58	1.593
<b>22.9</b>	<b>1.707</b>	<b>19.8</b>	<b>1.668</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
15.11	1.589	12.55	1.564
17.06	1.653	14.71	1.607
19.08	1.613	16.65	1.649
21.18	1.558	18.66	1.587
<b>17.1</b>	<b>1.653</b>	<b>16.8</b>	<b>1.649</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 113:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°07, marzo del 2021.



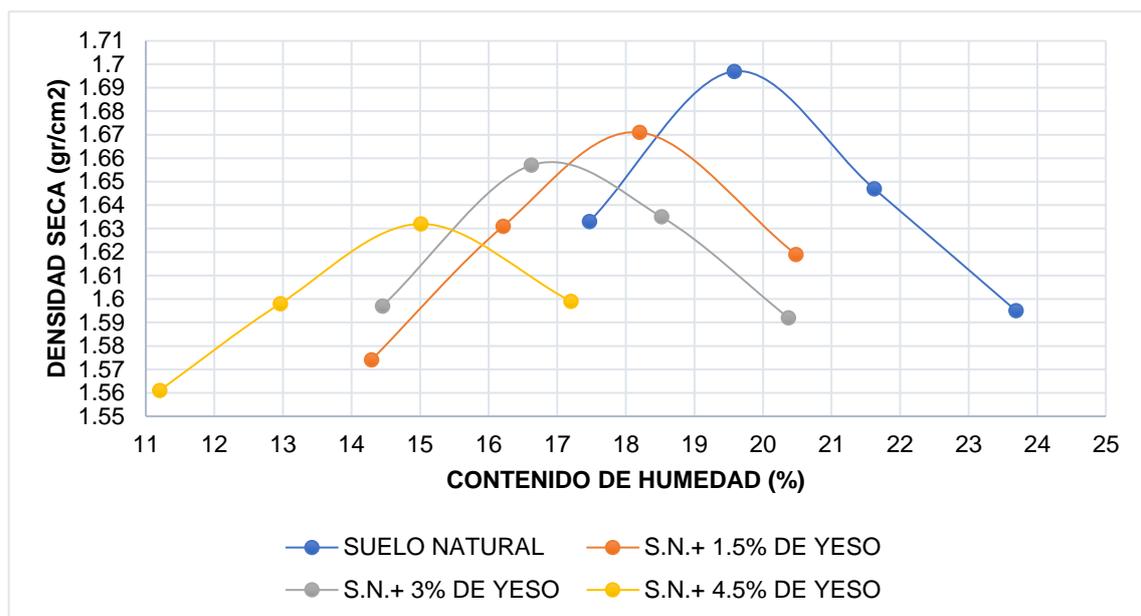
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 111:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°08, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°08</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.47	1.633	14.29	1.574
19.58	1.697	16.21	1.631
21.62	1.647	18.2	1.671
23.69	1.595	20.48	1.619
<b>19.3</b>	<b>1.698</b>	<b>18.5</b>	<b>1.672</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
14.45	1.597	11.2	1.561
16.62	1.657	12.96	1.598
18.52	1.635	15.01	1.632
20.37	1.592	17.2	1.599
<b>16.8</b>	<b>1.657</b>	<b>15.4</b>	<b>1.633</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 114:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°08, marzo del 2021.



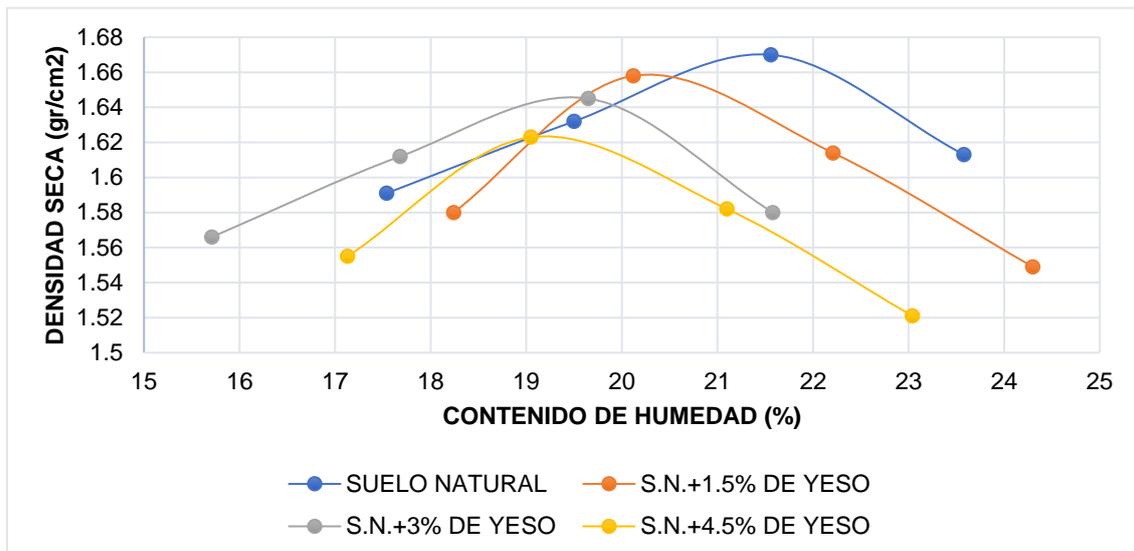
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 112:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°09, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°09</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
17.54	1.591	18.24	1.58
19.5	1.632	20.12	1.658
21.56	1.670	22.21	1.614
23.58	1.613	24.3	1.549
<b>21.7</b>	<b>1.67</b>	<b>20.2</b>	<b>1.658</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
15.71	1.566	17.13	1.555
17.68	1.612	19.05	1.623
19.65	1.645	21.1	1.582
21.58	1.58	23.04	1.521
<b>19.6</b>	<b>1.645</b>	<b>19.1</b>	<b>1.623</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 115:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°09, marzo del 2021.



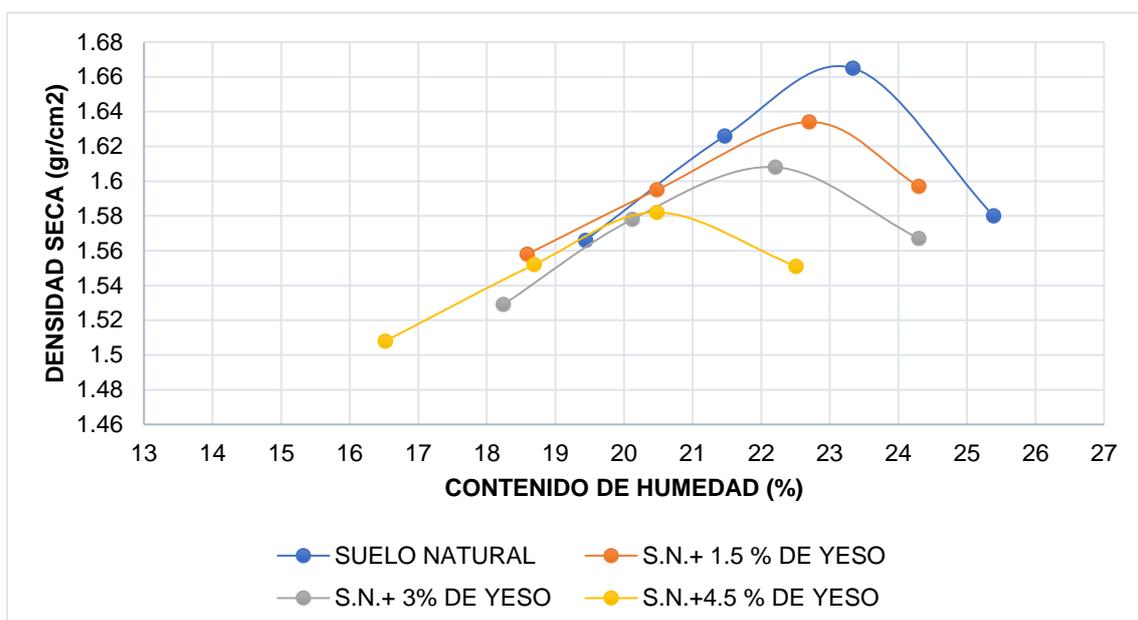
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 113:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°10, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°10</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
19.44	1.566	18.59	1.558
21.47	1.626	20.48	1.595
23.34	1.665	22.7	1.634
25.39	1.58	24.3	1.597
<b>23.3</b>	<b>1.665</b>	<b>22.7</b>	<b>1.634</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
18.24	1.529	16.52	1.508
20.12	1.578	18.69	1.552
22.21	1.608	20.48	1.582
24.3	1.567	22.51	1.551
<b>22.3</b>	<b>1.608</b>	<b>20.8</b>	<b>1.583</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 116:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°10, marzo del 2021.



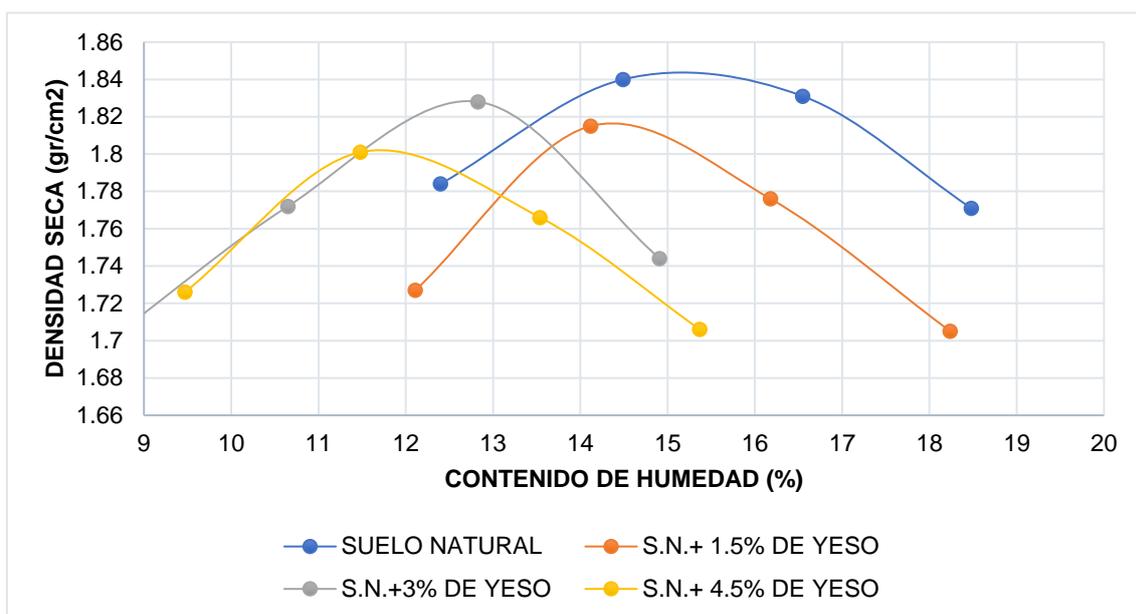
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 114:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°11, marzo del 2021.

<b>CALICATA N°11</b>			
<b>Suelo natural</b>		<b>Suelo natural + 1.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
12.4	1.784	12.11	1.727
14.49	1.84	14.12	1.815
16.55	1.831	16.18	1.776
18.48	1.771	18.24	1.705
<b>15.2</b>	<b>1.844</b>	<b>14.3</b>	<b>1.815</b>
<b>Suelo natural + 3% de yeso</b>		<b>Suelo natural + 4.5% de yeso</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>DENSIDAD SECA</b>
8.73	1.705	9.47	1.726
10.65	1.772	11.48	1.801
12.83	1.828	13.54	1.766
14.91	1.744	15.37	1.706
<b>12.9</b>	<b>1.828</b>	<b>11.6</b>	<b>1.801</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Figura 117:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, estudio de Proctor modificado mediante relación de contenido de humedad y densidad seca por diferentes porcentajes de yeso, calicata n°11, marzo del 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

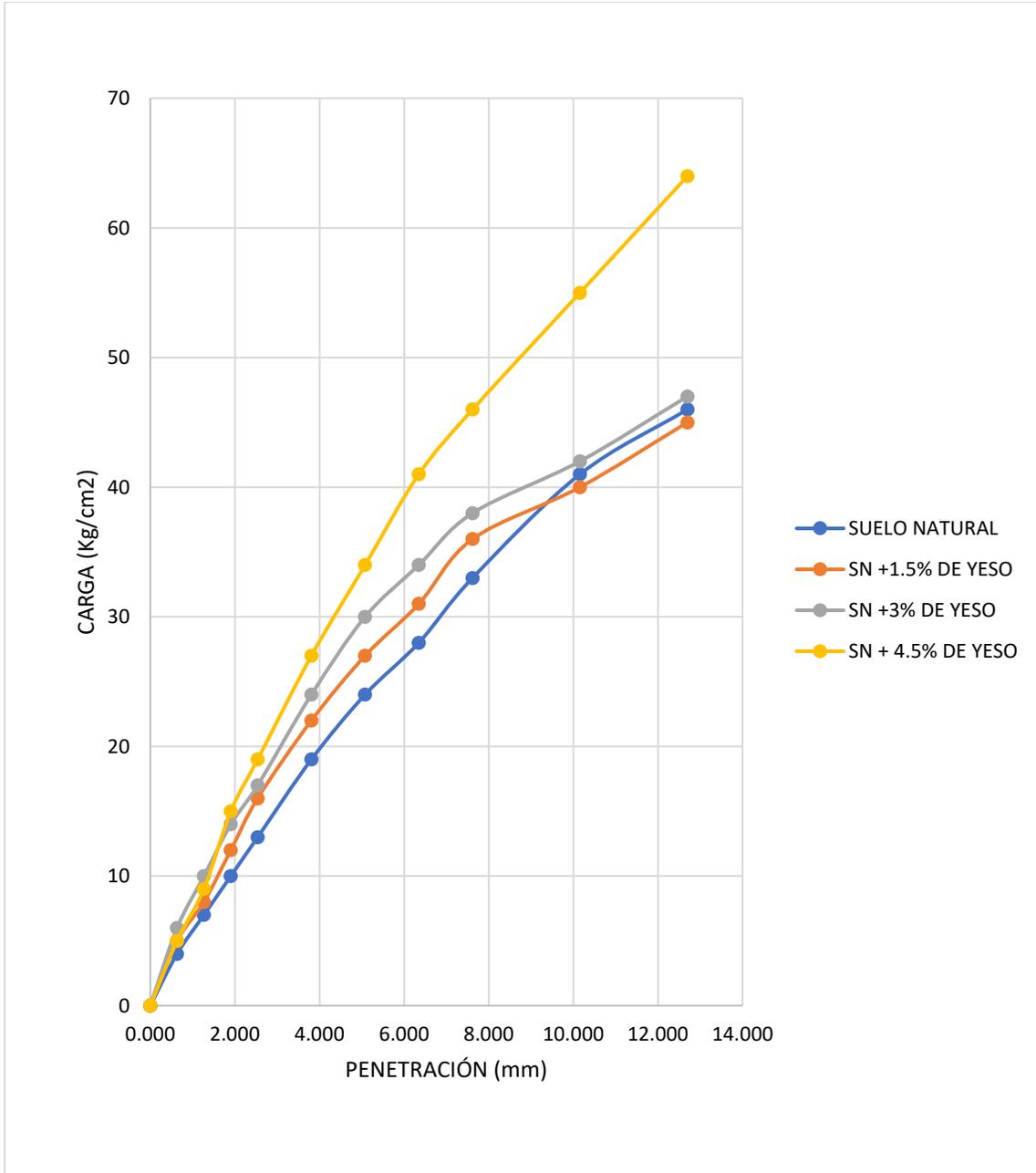
**ANEXO 18.** Ensayo de CBR al 95% más incorporación de yeso.

**Tabla 115:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. + 1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. + 3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. + 4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>	<b>P(kg/cm2)</b>
0.000	0	0	0	0
0.635	4	5	6	5
1.270	7	8	10	9
1.905	10	12	14	15
2.540	13	16	17	19
3.810	19	22	24	27
5.080	24	27	30	34
6.350	28	31	34	41
7.620	33	36	38	46
10.160	41	40	42	55
12.700	46	45	47	64

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 118: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°01, marzo 2021.



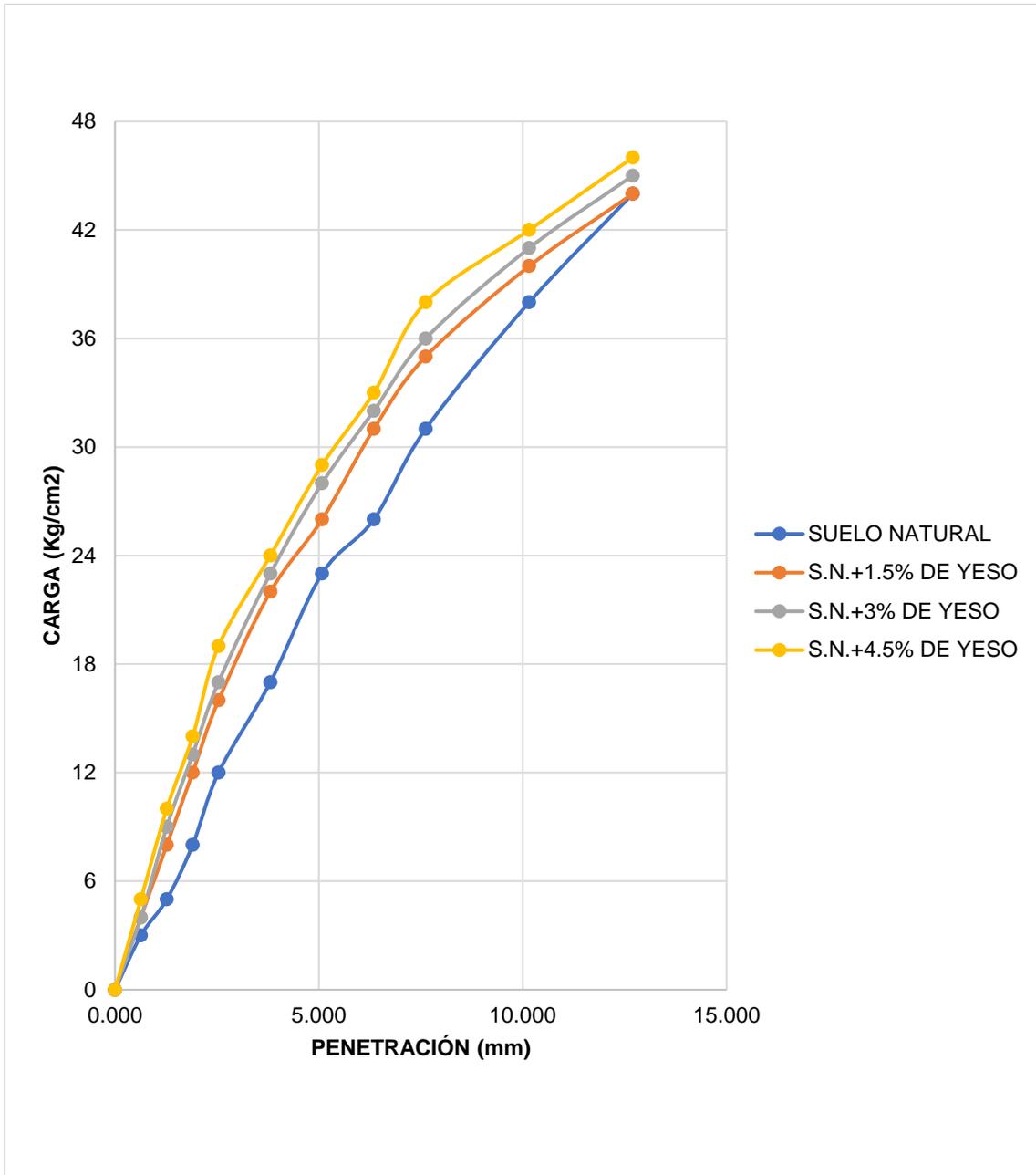
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 116:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	4	4	5
1.270	5	8	9	10
1.905	8	12	13	14
2.540	12	16	17	19
3.810	17	22	23	24
5.080	23	26	28	29
6.350	26	31	32	33
7.620	31	35	36	38
10.160	38	40	41	42
12.700	44	44	45	46

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 119: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°02, marzo 2021.



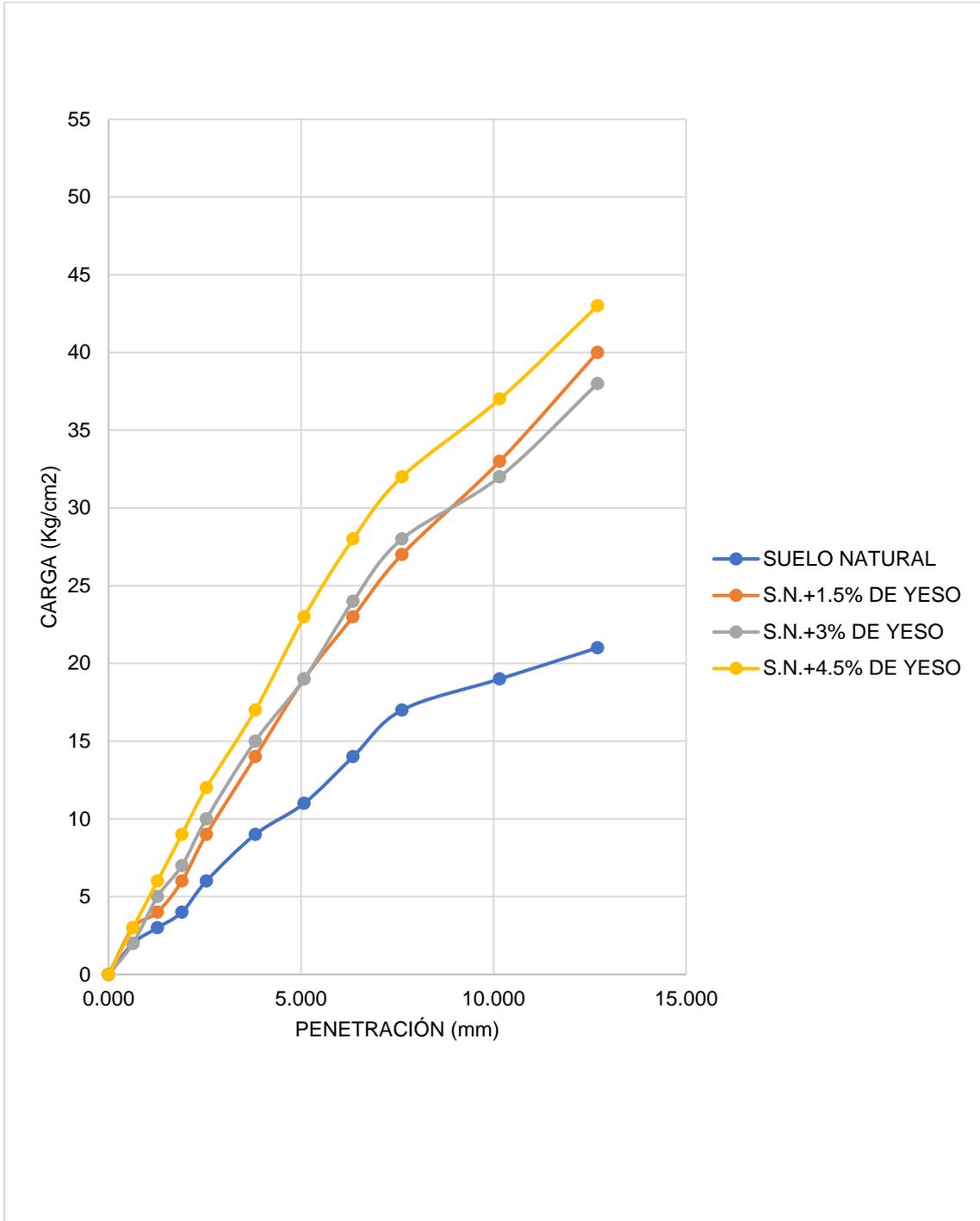
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 117:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>P(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.000	0	0	0	0
0.635	2	3	2	3
1.270	3	4	5	6
1.905	4	6	7	9
2.540	6	9	10	12
3.810	9	14	15	17
5.080	11	19	19	23
6.350	14	23	24	28
7.620	17	27	28	32
10.160	19	33	32	37
12.700	21	40	38	43

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 120: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°03, marzo 2021.



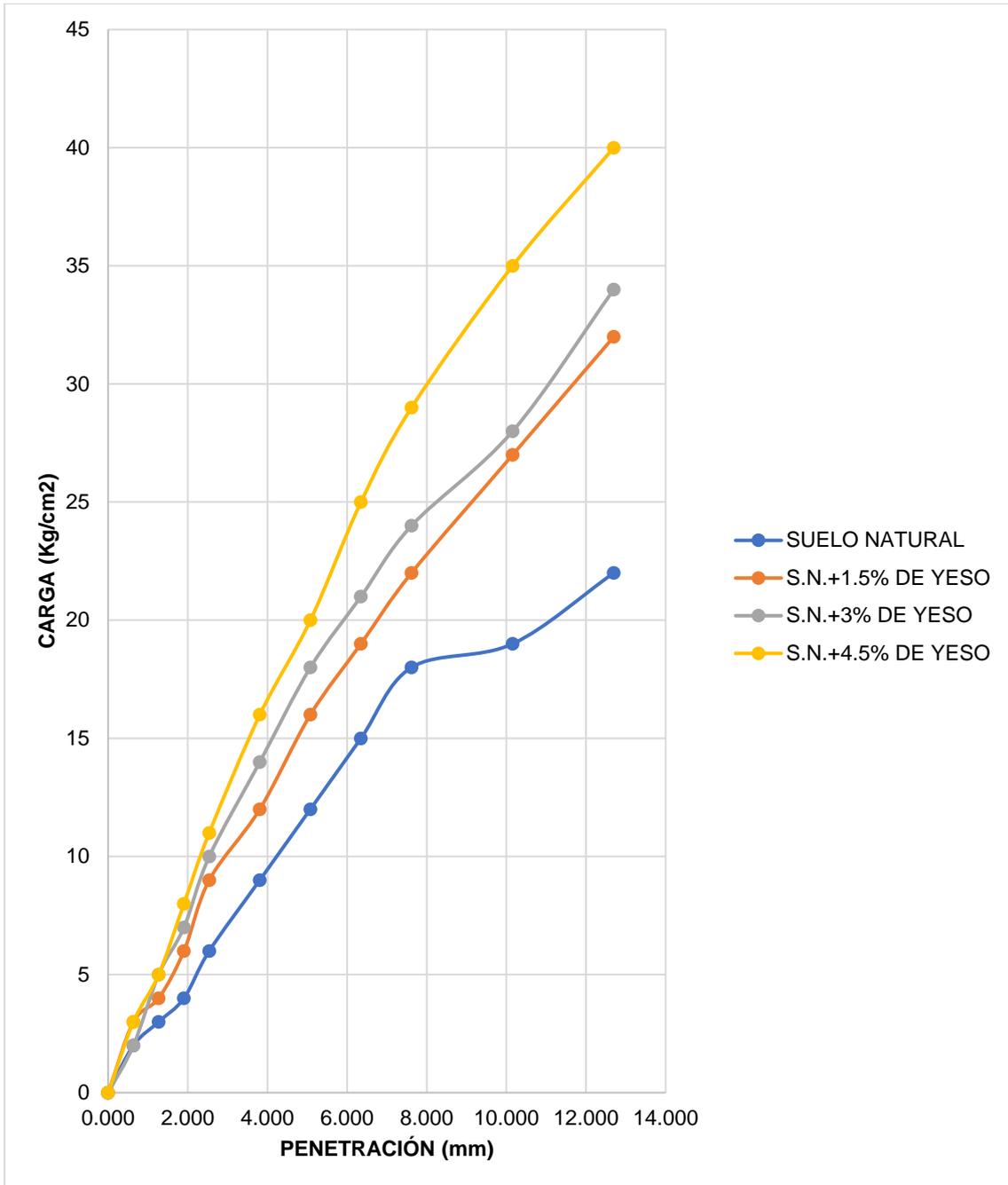
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 118:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	2	3	2	3
1.270	3	4	5	5
1.905	4	6	7	8
2.540	6	9	10	11
3.810	9	12	14	16
5.080	12	16	18	20
6.350	15	19	21	25
7.620	18	22	24	29
10.160	19	27	28	35
12.700	22	32	34	40

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 121: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°04, marzo 2021



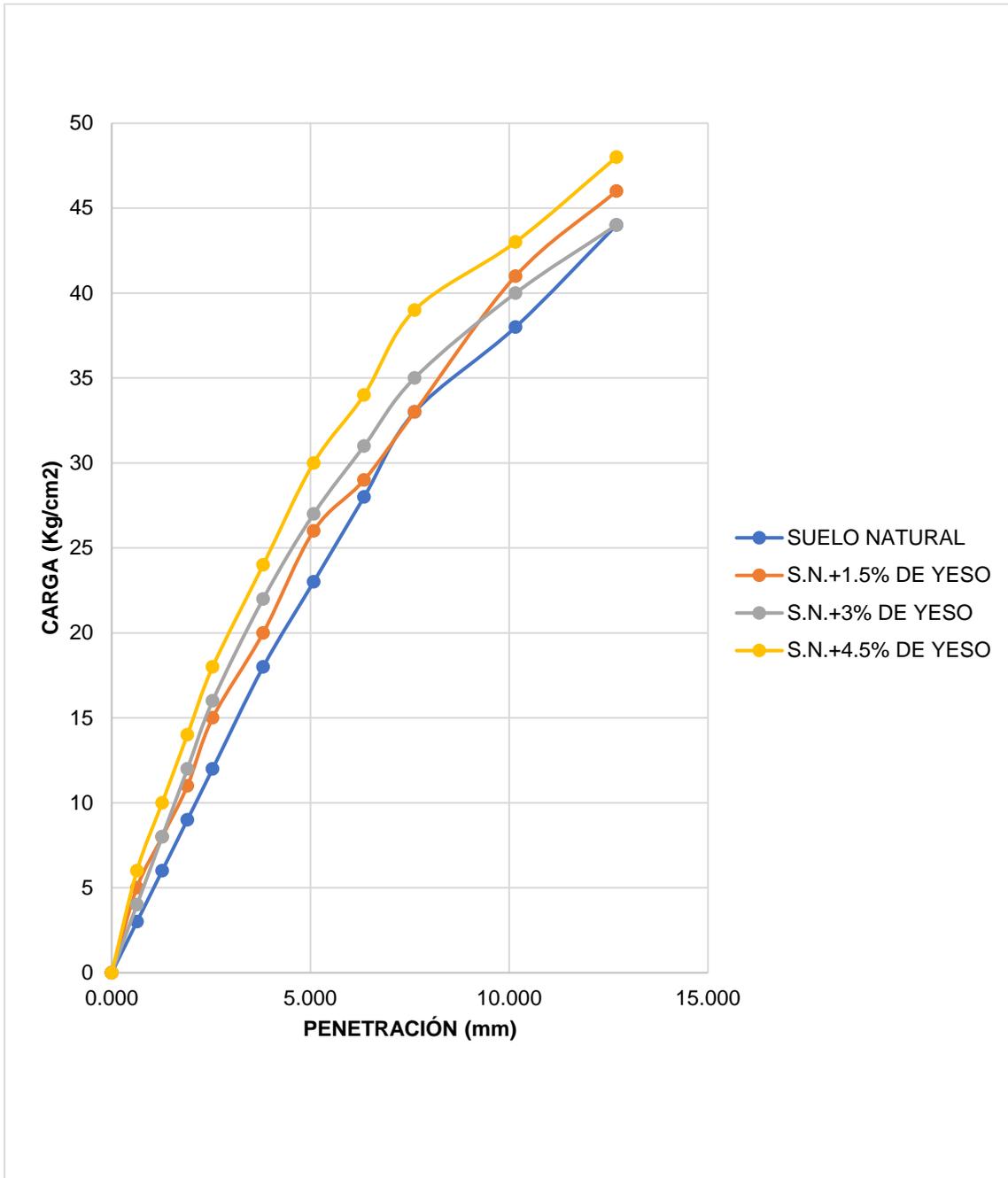
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 119:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	4	6
1.270	6	8	8	10
1.905	9	11	12	14
2.540	12	15	16	18
3.810	18	20	22	24
5.080	23	26	27	30
6.350	28	29	31	34
7.620	33	33	35	39
10.160	38	41	40	43
12.700	44	46	44	48

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 122: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°05, marzo 2021.



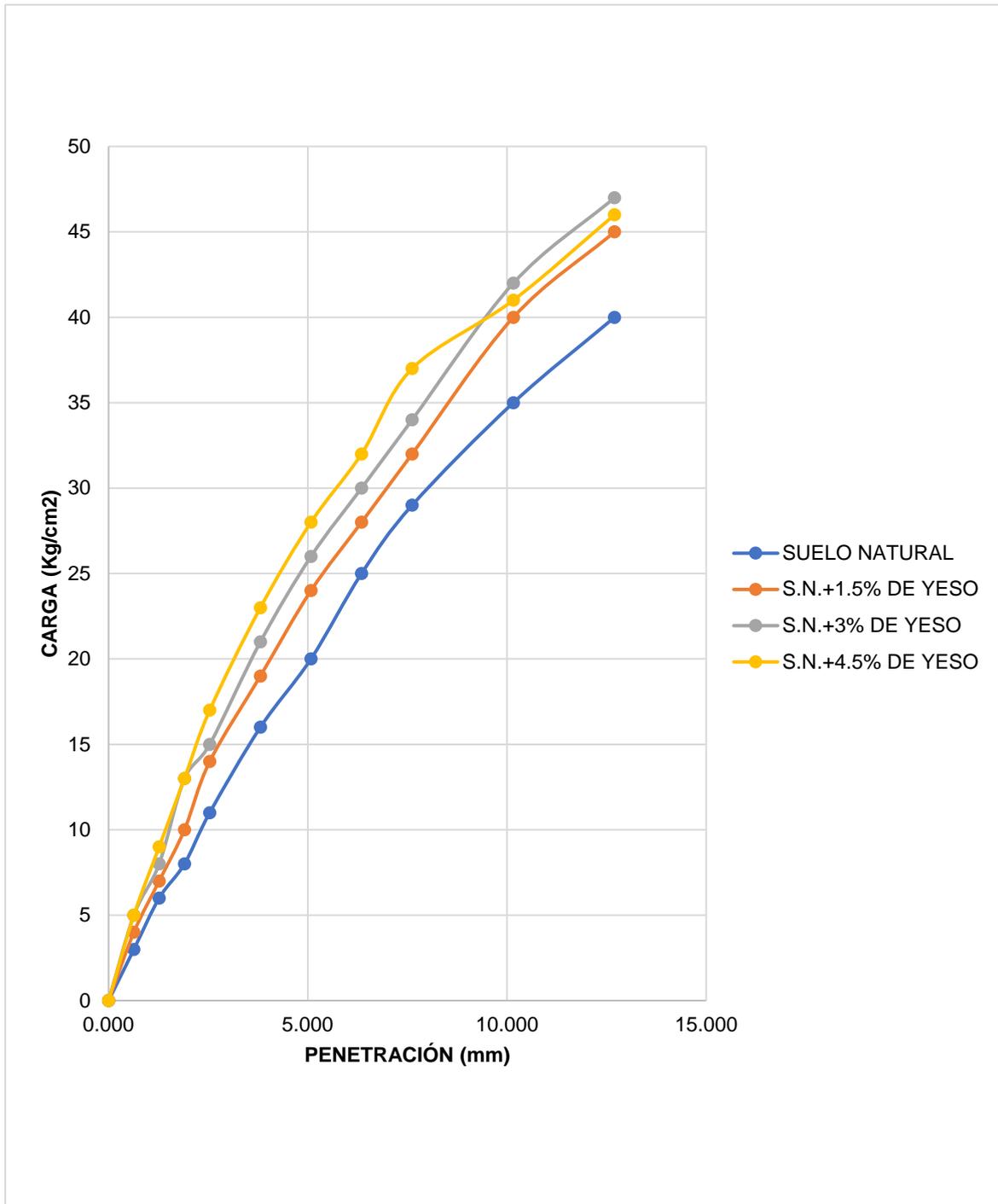
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 120:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°06, marzo 2021.

<b>CALICATA N°06</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	4	5	5
1.270	6	7	8	9
1.905	8	10	13	13
2.540	11	14	15	17
3.810	16	19	21	23
5.080	20	24	26	28
6.350	25	28	30	32
7.620	29	32	34	37
10.160	35	40	42	41
12.700	40	45	47	46

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 123: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°06, marzo 2021.



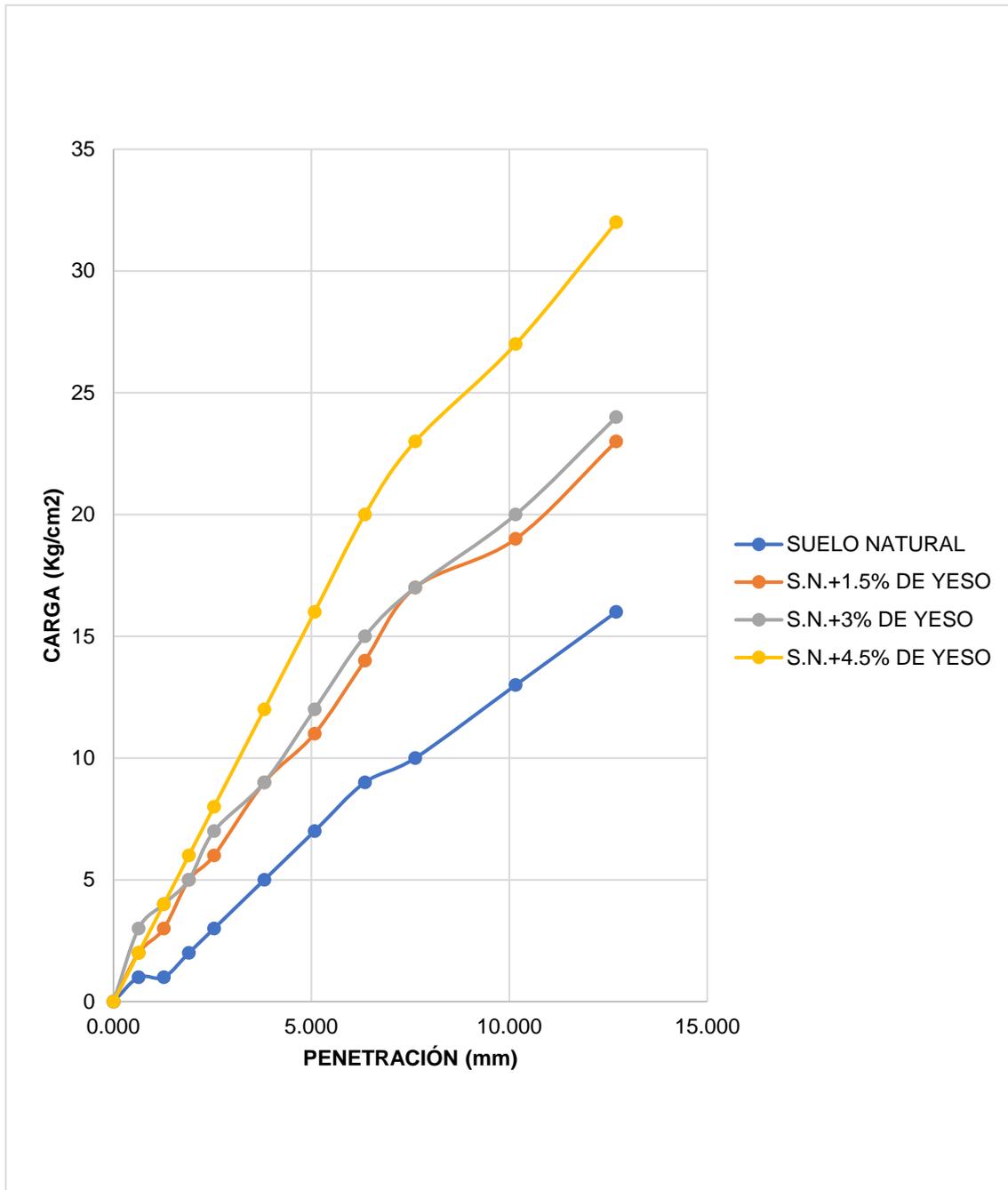
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 121:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	2
1.270	1	3	4	4
1.905	2	5	5	6
2.540	3	6	7	8
3.810	5	9	9	12
5.080	7	11	12	16
6.350	9	14	15	20
7.620	10	17	17	23
10.160	13	19	20	27
12.700	16	23	24	32

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 124: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°07, marzo 2021.



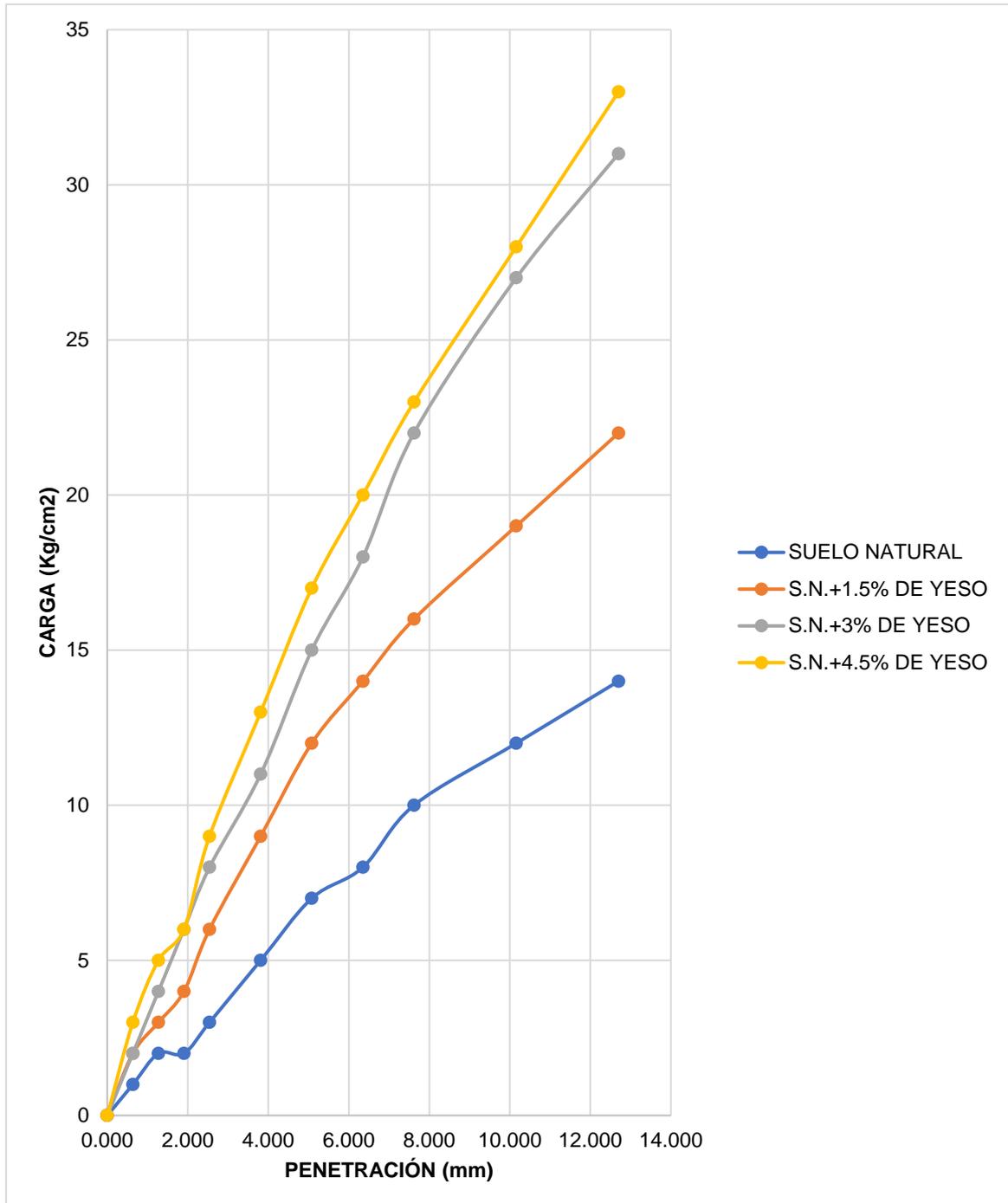
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 122:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	2	3
1.270	2	3	4	5
1.905	2	4	6	6
2.540	3	6	8	9
3.810	5	9	11	13
5.080	7	12	15	17
6.350	8	14	18	20
7.620	10	16	22	23
10.160	12	19	27	28
12.700	14	22	31	33

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 125: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°08, marzo 2021.



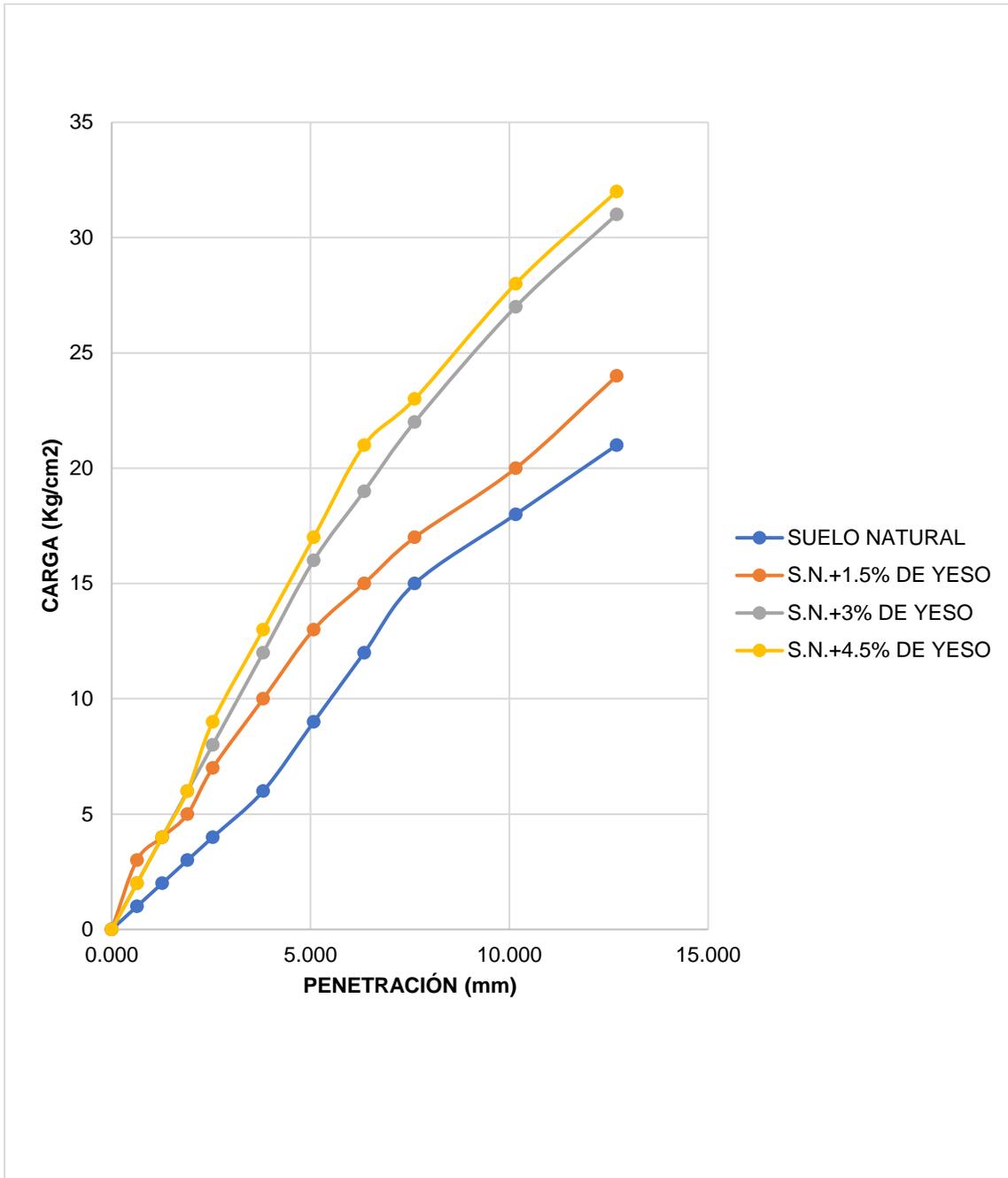
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 123:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	1	3	2	2
1.270	2	4	4	4
1.905	3	5	6	6
2.540	4	7	8	9
3.810	6	10	12	13
5.080	9	13	16	17
6.350	12	15	19	21
7.620	15	17	22	23
10.160	18	20	27	28
12.700	21	24	31	32

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 126: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°09, marzo 2021.



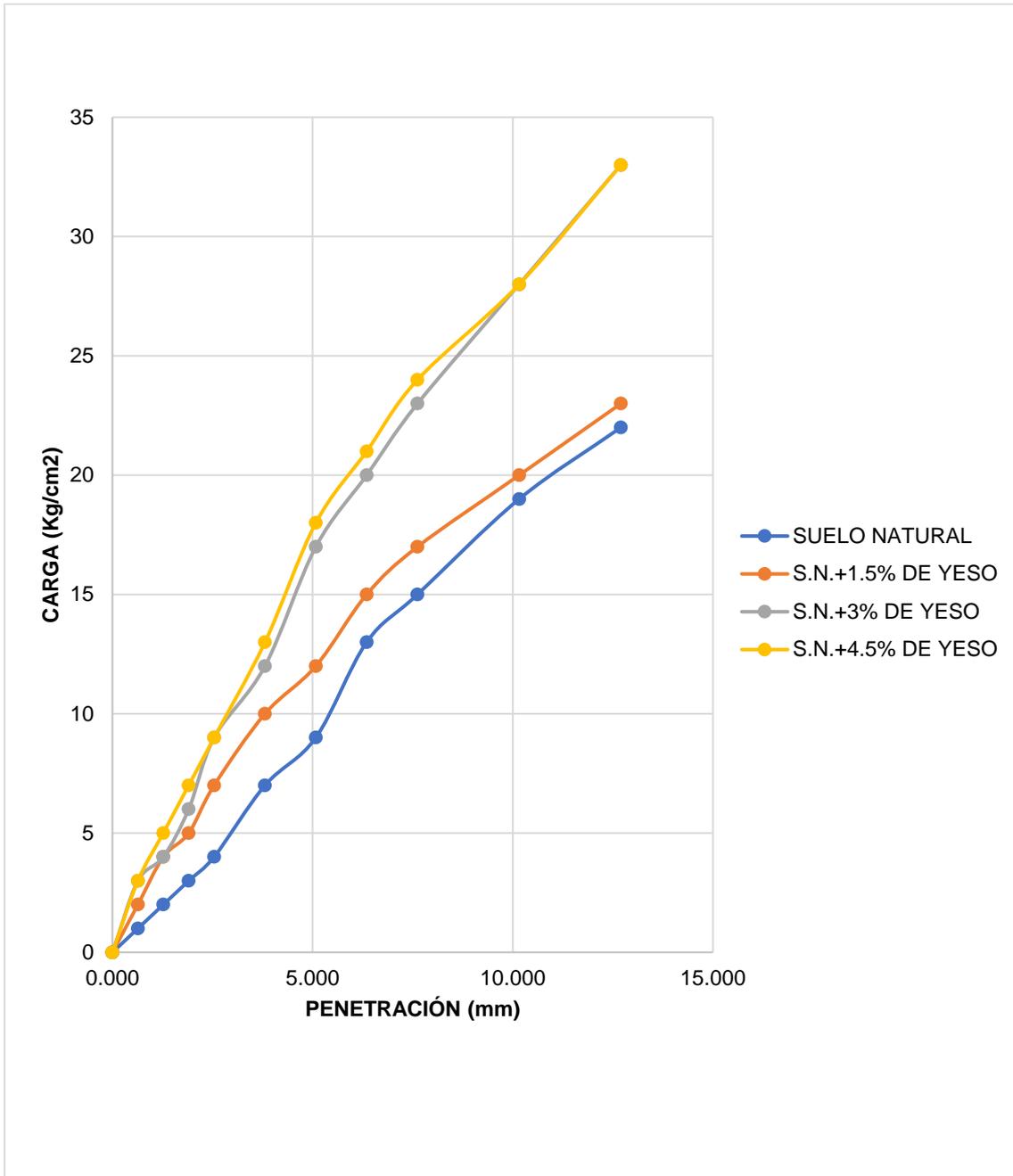
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 124:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	3	3
1.270	2	4	4	5
1.905	3	5	6	7
2.540	4	7	9	9
3.810	7	10	12	13
5.080	9	12	17	18
6.350	13	15	20	21
7.620	15	17	23	24
10.160	19	20	28	28
12.700	22	23	33	33

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 127: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°10, marzo 2021.



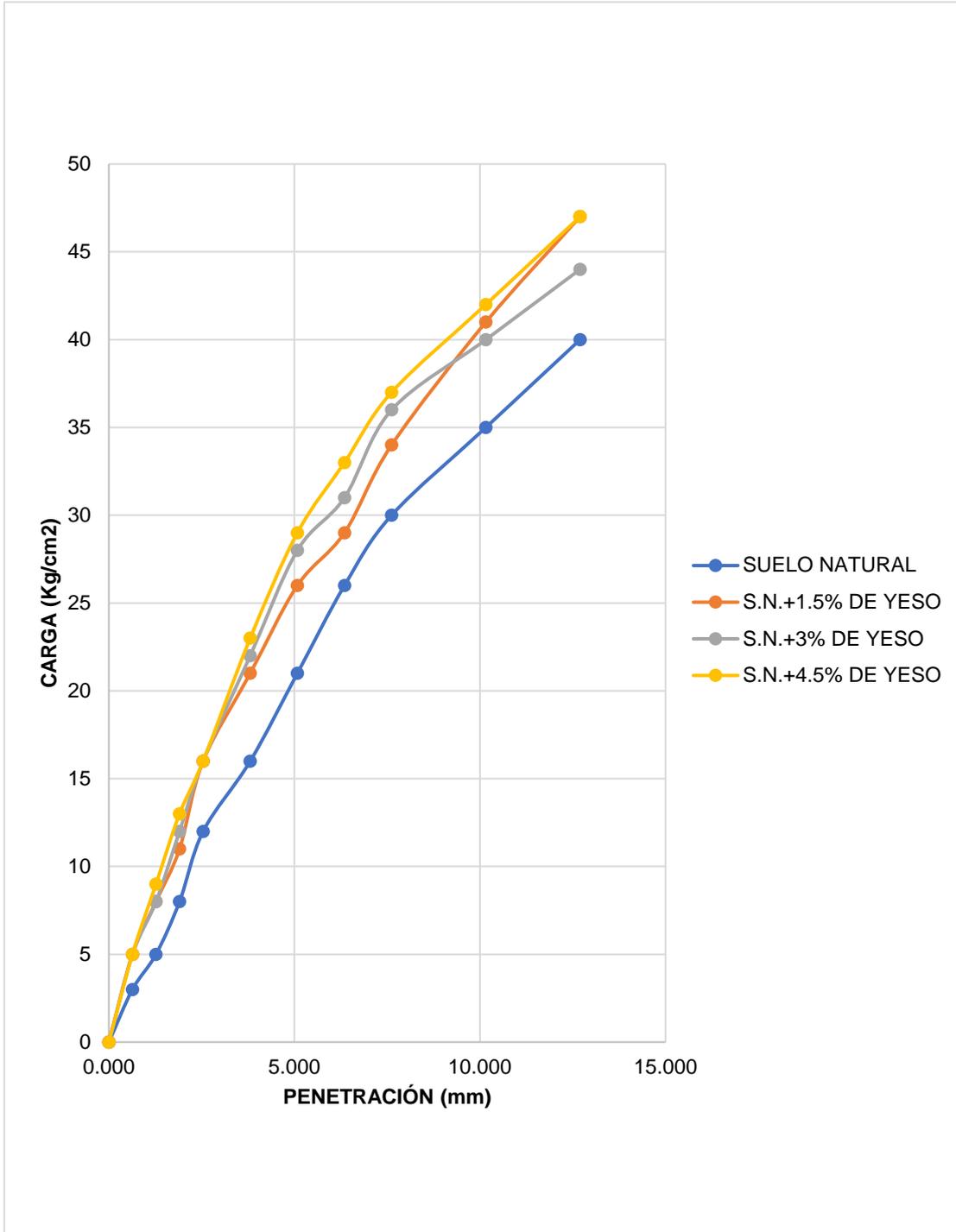
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 125:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>				
<b>CBR</b>	<b>95% DEL S.N.</b>	<b>95% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>95% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	5	5	5
1.270	5	8	8	9
1.905	8	11	12	13
2.540	12	16	16	16
3.810	16	21	22	23
5.080	21	26	28	29
6.350	26	29	31	33
7.620	30	34	36	37
10.160	35	41	40	42
12.700	40	47	44	47

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 128: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 95% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores.

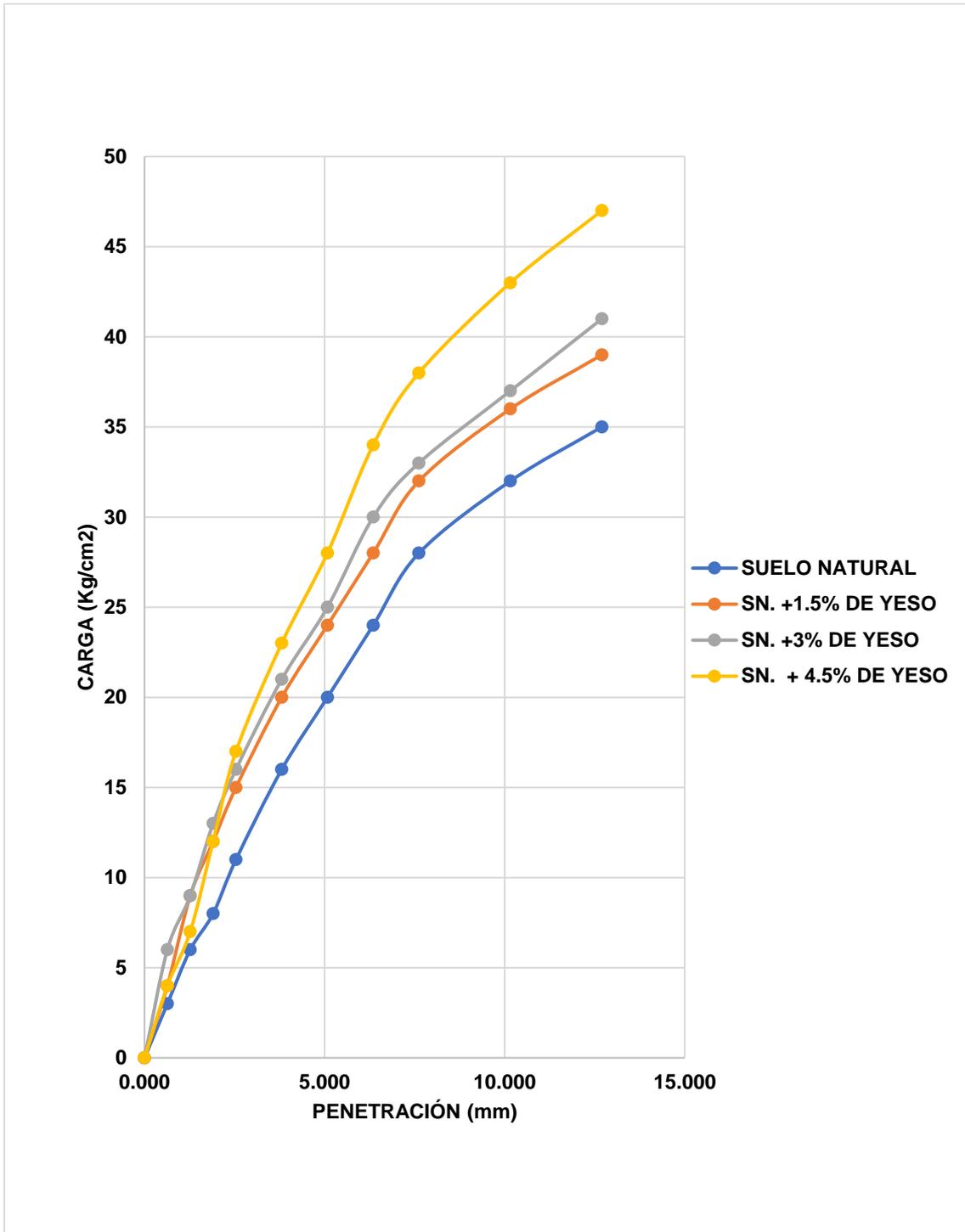
**ANEXO 19.** Ensayo de CBR al 100% más incorporación de yeso.

**Tabla 126:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°01, marzo 2021.

<b>CALICATA N°01</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	4	6	4
1.270	6	9	9	7
1.905	8	12	13	12
2.540	11	15	16	17
3.810	16	20	21	23
5.080	20	24	25	28
6.350	24	28	30	34
7.620	28	32	33	38
10.160	32	36	37	43
12.700	35	39	41	47

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 129: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°01, marzo 2021.



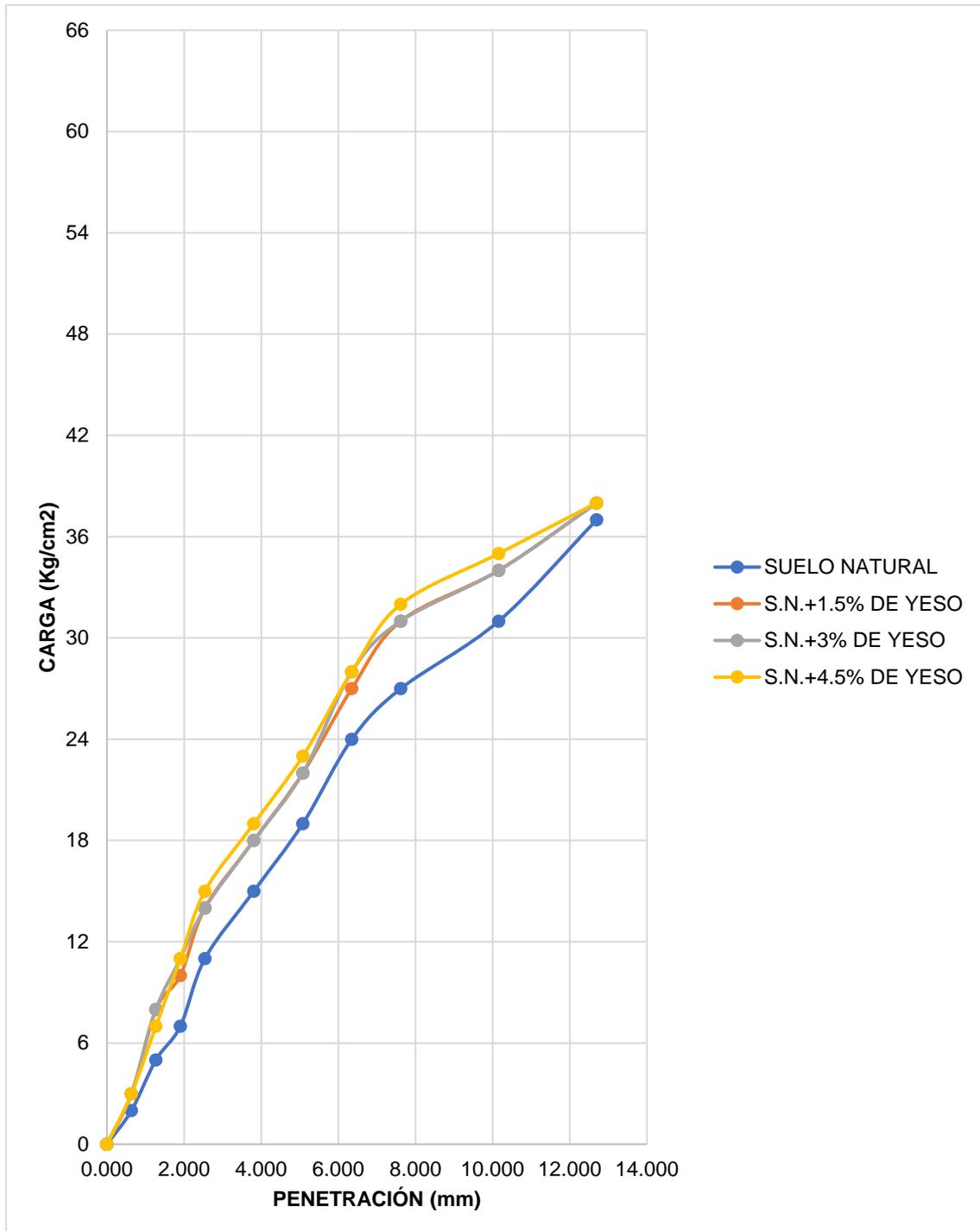
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 127:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°02, marzo 2021.

<b>CALICATA N°02</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	2	3	3	3
1.270	5	8	8	7
1.905	7	10	11	11
2.540	11	14	14	15
3.810	15	18	18	19
5.080	19	22	22	23
6.350	24	27	28	28
7.620	27	31	31	32
10.160	31	34	34	35
12.700	37	38	38	38

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 130: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°02, marzo 2021.



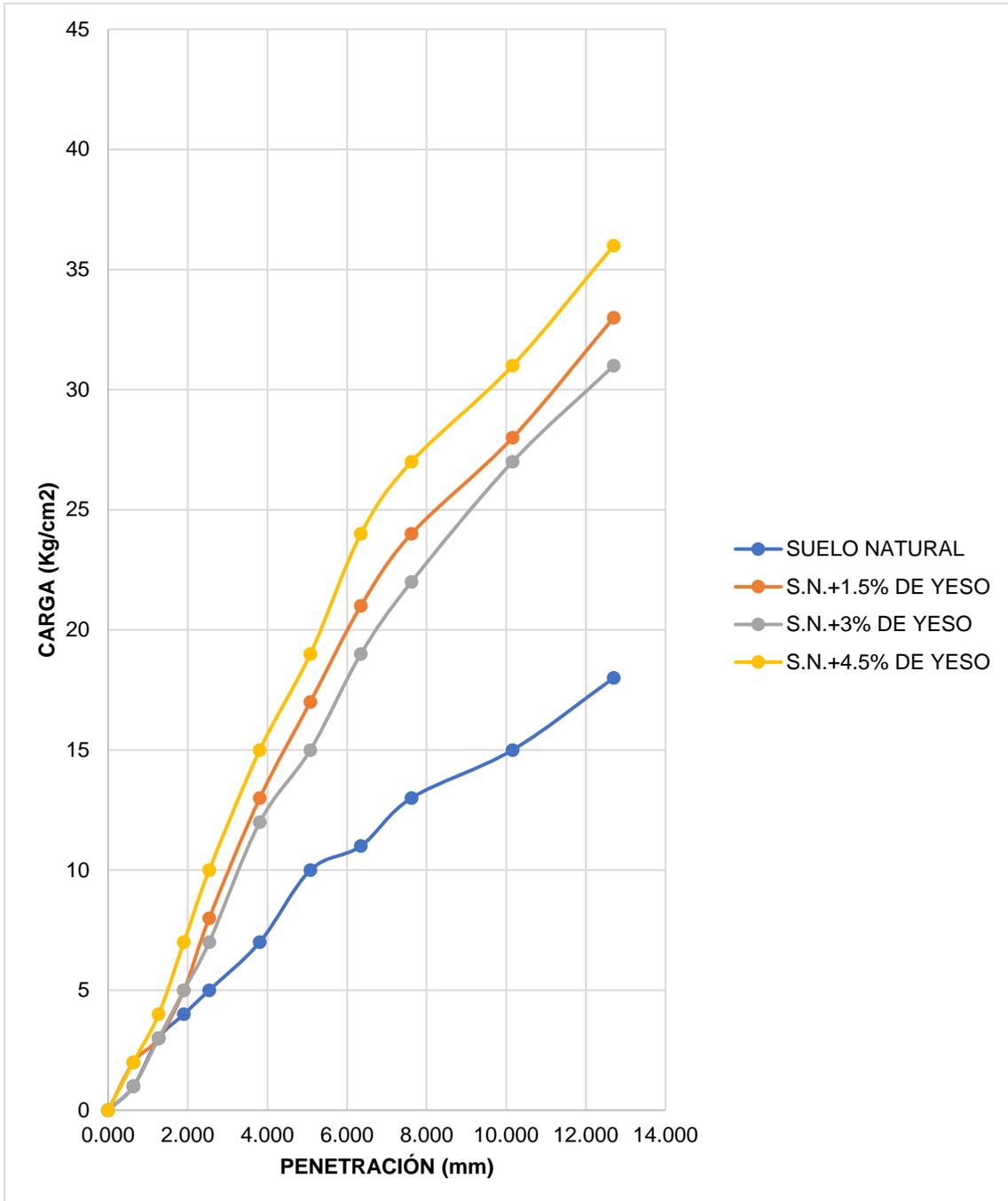
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 128:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	1	2
1.270	3	3	3	4
1.905	4	5	5	7
2.540	5	8	7	10
3.810	7	13	12	15
5.080	10	17	15	19
6.350	11	21	19	24
7.620	13	24	22	27
10.160	15	28	27	31
12.700	18	33	31	36

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 129:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°03, marzo 2021



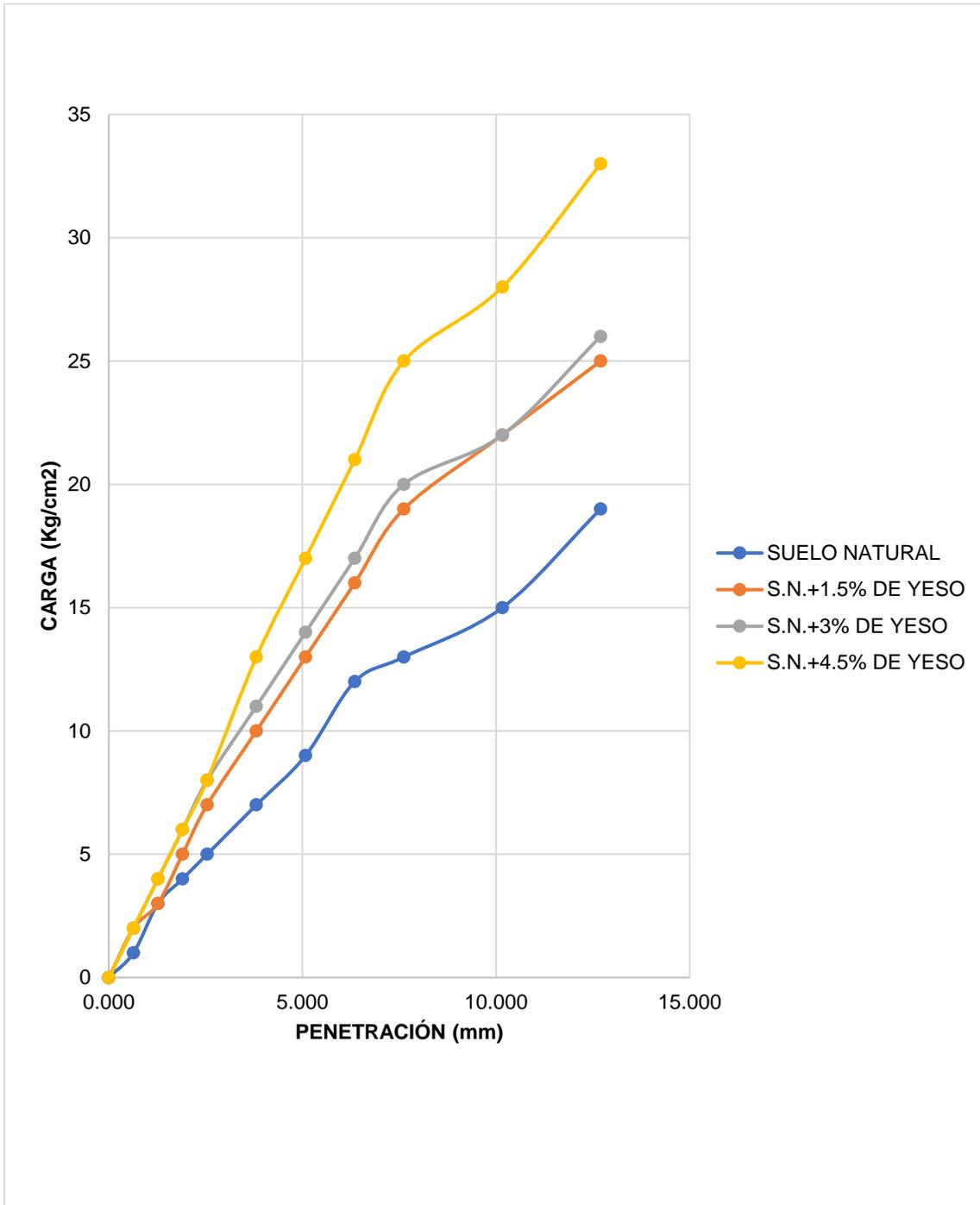
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 130:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°04, marzo 2021.

<b>CALICATA N°04</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	2	2
1.270	3	3	4	4
1.905	4	5	6	6
2.540	5	7	8	8
3.810	7	10	11	13
5.080	9	13	14	17
6.350	12	16	17	21
7.620	13	19	20	25
10.160	15	22	22	28
12.700	19	25	26	33

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 131: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°04, marzo 2021.



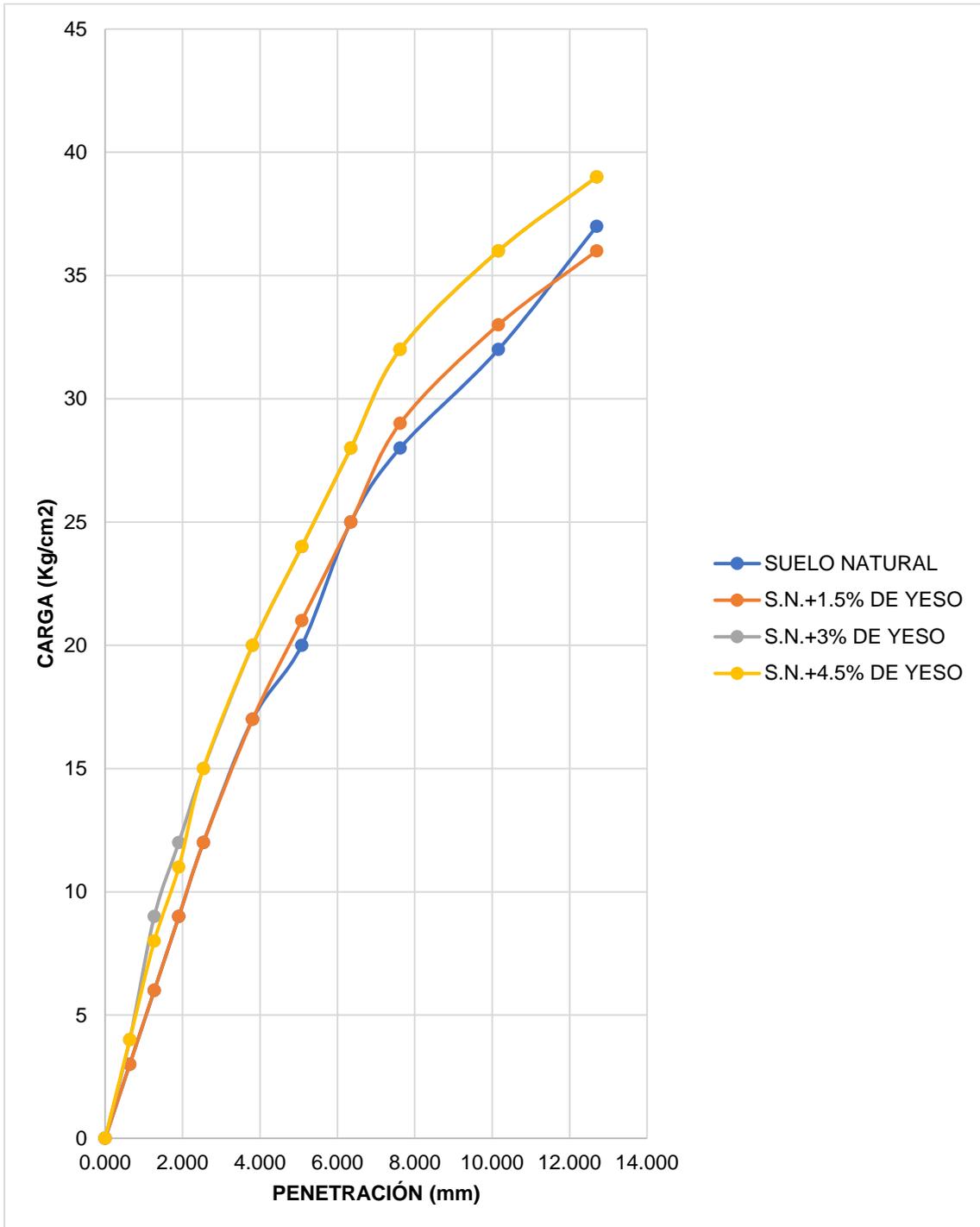
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 131:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	3	3	4	4
1.270	6	6	9	8
1.905	9	9	12	11
2.540	12	12	15	15
3.810	17	17	20	20
5.080	20	21	24	24
6.350	25	25	28	28
7.620	28	29	32	32
10.160	32	33	36	36
12.700	37	36	39	39

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 132: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°05, marzo 2021.



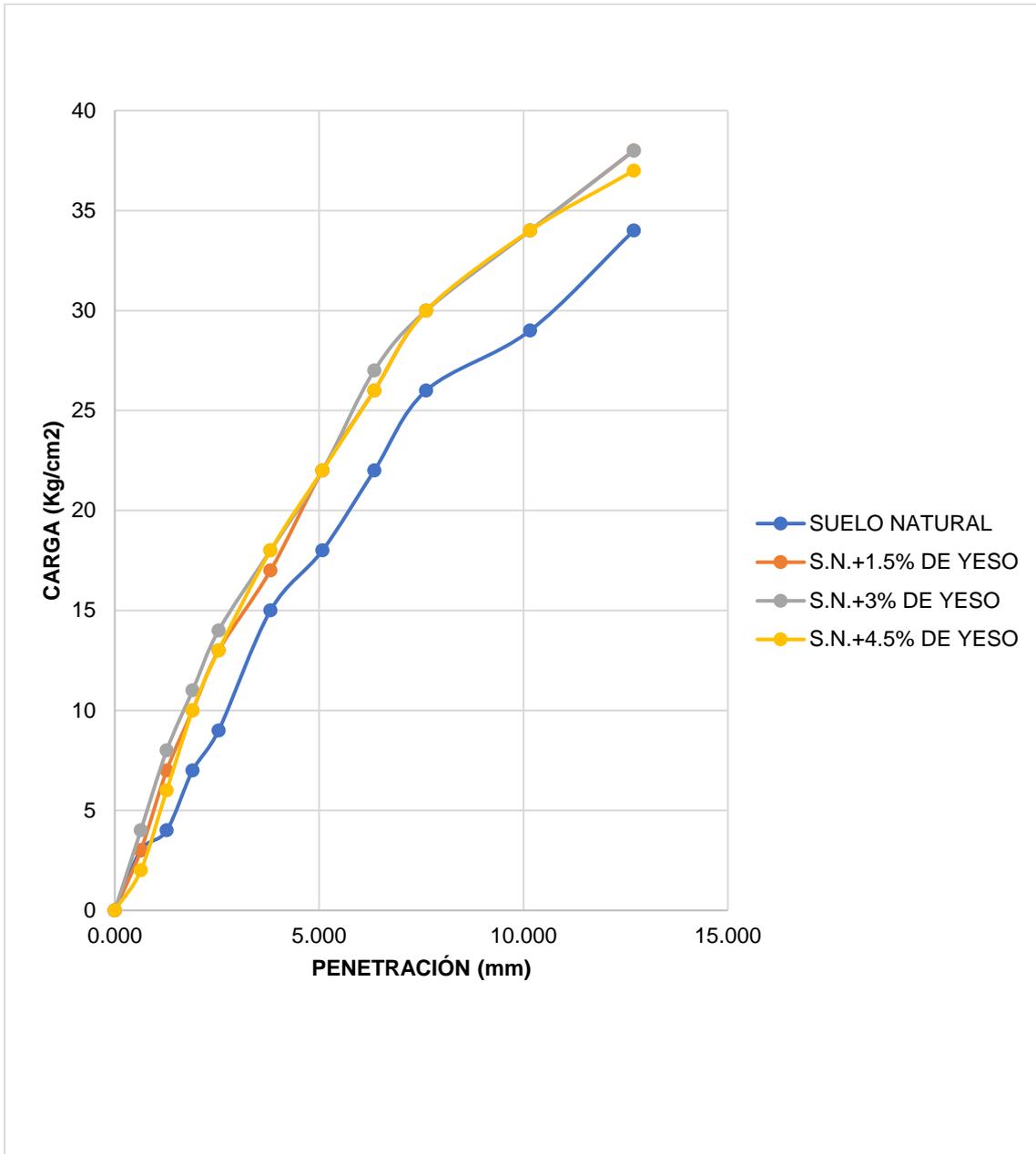
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 132:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°06, marzo 2021.

<b>CALICATA N°06</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	3	3	4	2
1.270	4	7	8	6
1.905	7	10	11	10
2.540	9	13	14	13
3.810	15	17	18	18
5.080	18	22	22	22
6.350	22	26	27	26
7.620	26	30	30	30
10.160	29	34	34	34
12.700	34	38	38	37

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 133: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°06, marzo 2021.



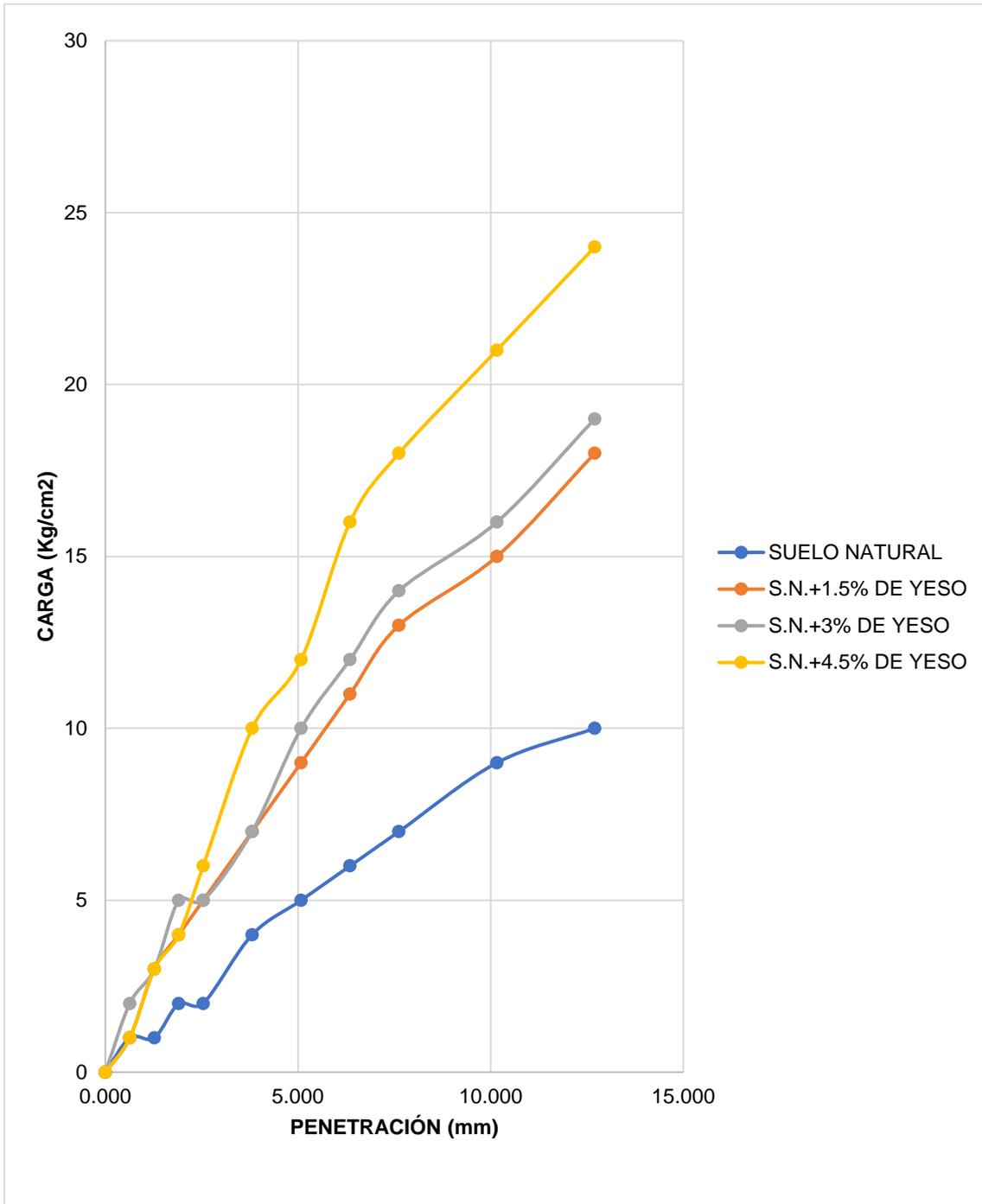
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 133:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°07, marzo 2021.

<b>CALICATA N°07</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	1
1.270	1	3	3	3
1.905	2	4	5	4
2.540	2	5	5	6
3.810	4	7	7	10
5.080	5	9	10	12
6.350	6	11	12	16
7.620	7	13	14	18
10.160	9	15	16	21
12.700	10	18	19	24

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 134: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°07, marzo 2021.



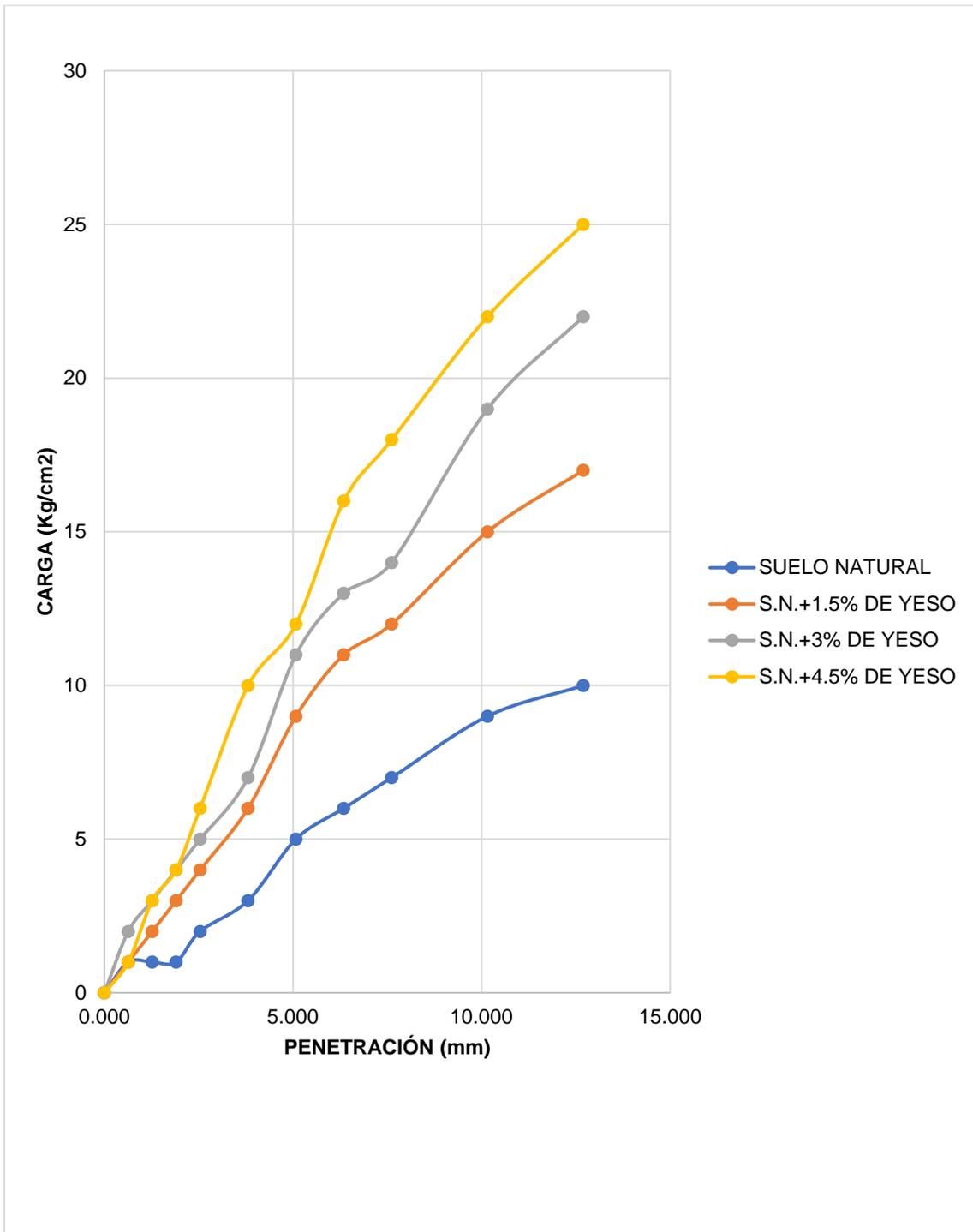
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 134:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°08, marzo 2021.

<b>CALICATA N°08</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	2	1
1.270	1	2	3	3
1.905	1	3	4	4
2.540	2	4	5	6
3.810	3	6	7	10
5.080	5	9	11	12
6.350	6	11	13	16
7.620	7	12	14	18
10.160	9	15	19	22
12.700	10	17	22	25

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 135: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°08, marzo 2021.



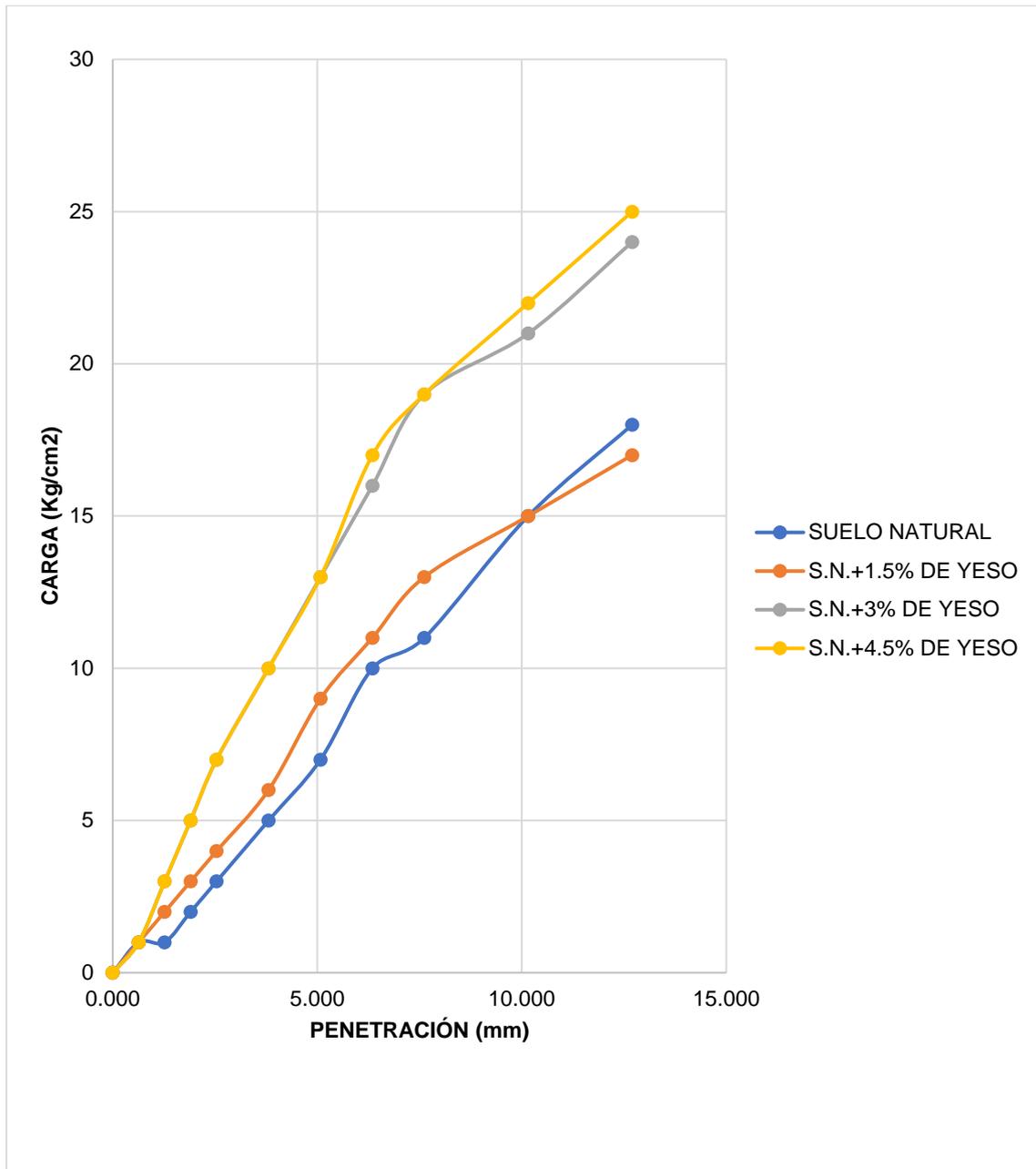
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 135:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)	P(kg/cm2)
0.000	0	0	0	0
0.635	1	1	1	1
1.270	1	2	3	3
1.905	2	3	5	5
2.540	3	4	7	7
3.810	5	6	10	10
5.080	7	9	13	13
6.350	10	11	16	17
7.620	11	13	19	19
10.160	15	15	21	22
12.700	18	17	24	25

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 136: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°09, marzo 2021.



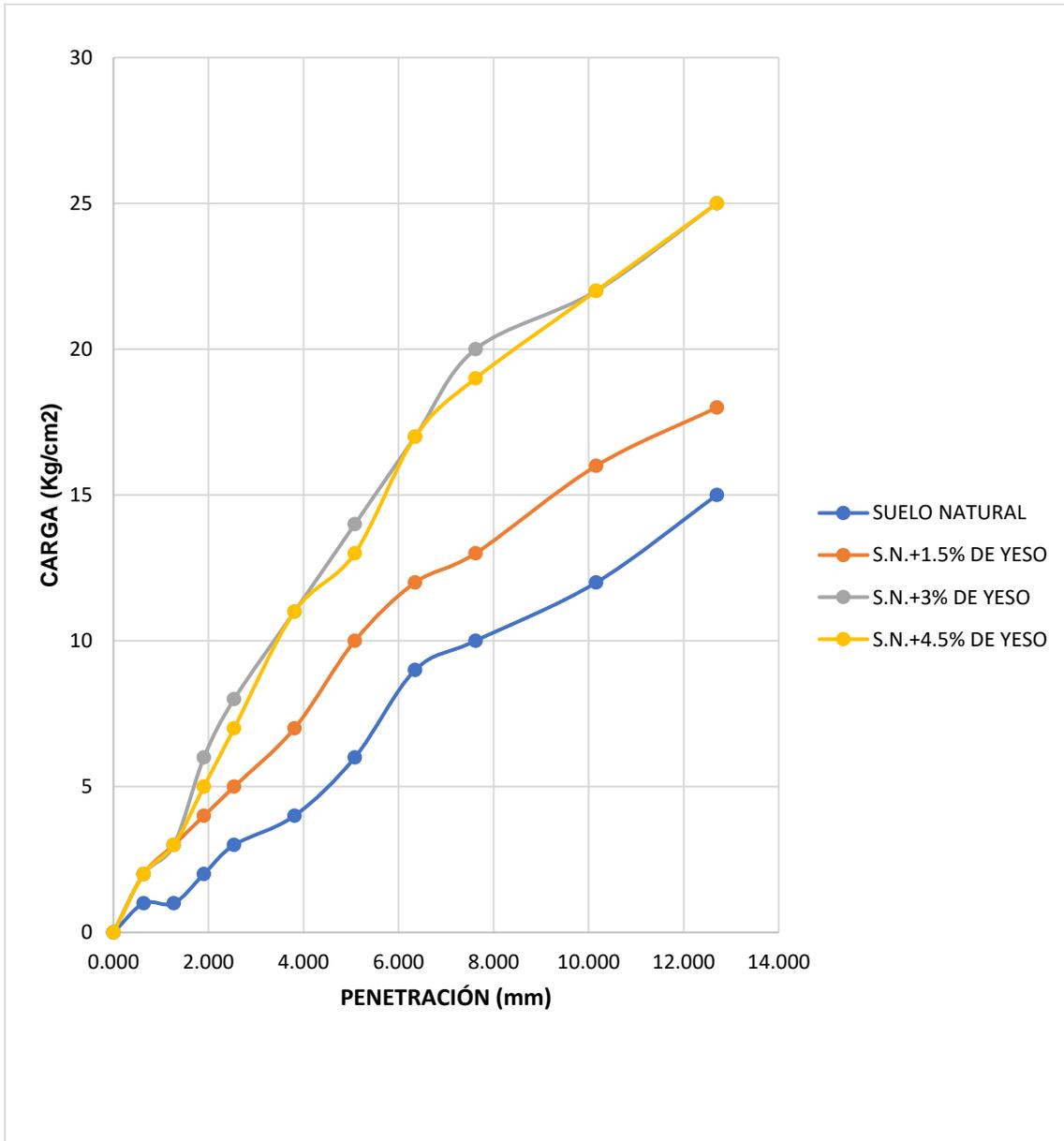
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 136:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°10, marzo 2021.

<b>CALICATA N°10</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	1	2	2	2
1.270	1	3	3	3
1.905	2	4	6	5
2.540	3	5	8	7
3.810	4	7	11	11
5.080	6	10	14	13
6.350	9	12	17	17
7.620	10	13	20	19
10.160	12	16	22	22
12.700	15	18	25	25

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 137: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°10, marzo 2021.



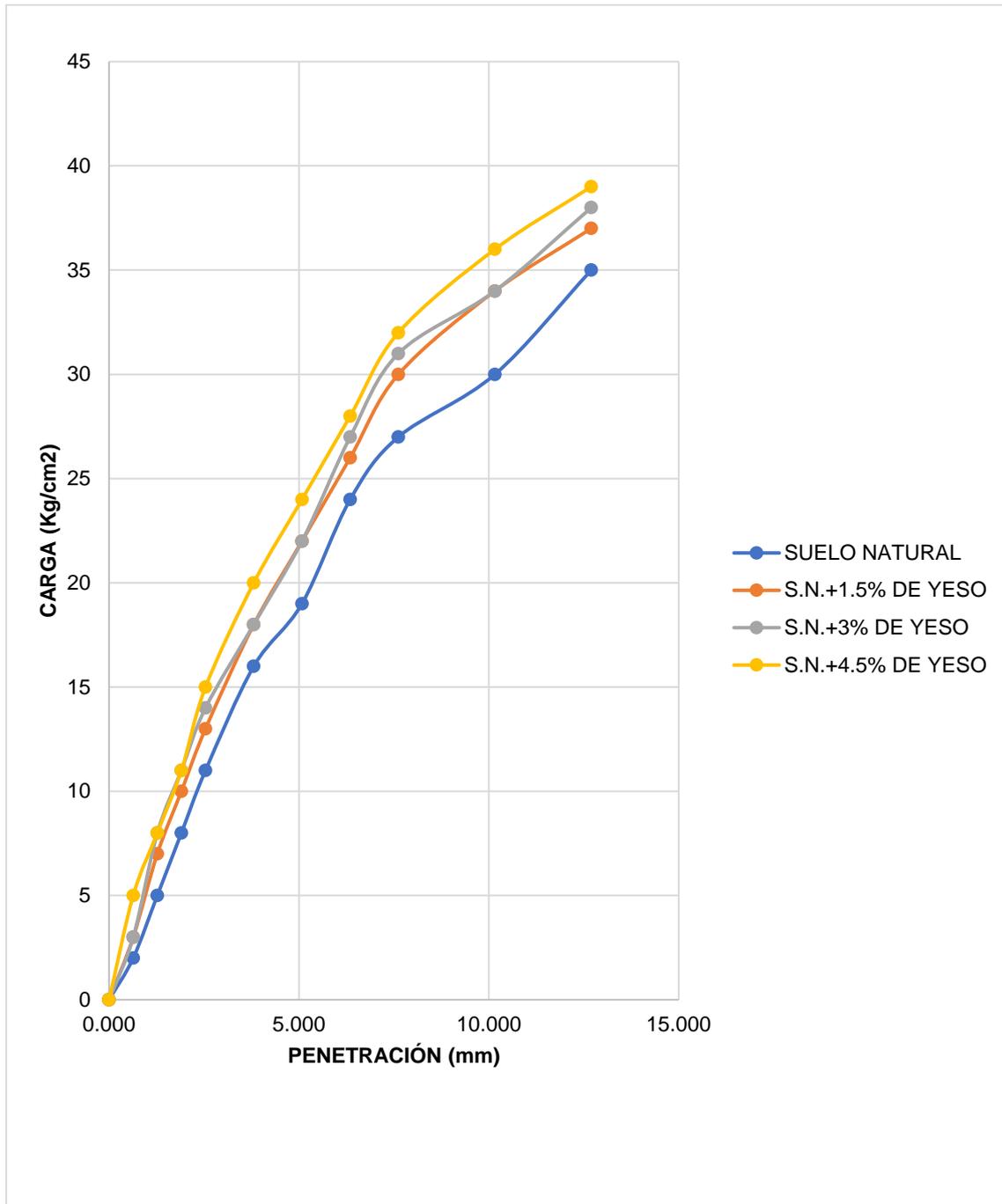
Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 137:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>				
<b>CBR</b>	<b>100% DEL S.N.</b>	<b>100% DEL S.N. +1.5% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +3% DE YESO</b>	<b>100% DEL S.N. +4.5% DE YESO</b>
<b>PENETRACIÓN(MM)</b>	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )	P(kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0	0	0	0
0.635	2	3	3	5
1.270	5	7	8	8
1.905	8	10	11	11
2.540	11	13	14	15
3.810	16	18	18	20
5.080	19	22	22	24
6.350	24	26	27	28
7.620	27	30	31	32
10.160	30	34	34	36
12.700	35	37	38	39

Fuente: elaborado por los investigadores.

Figura 138: Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo de CBR al 100% por relación de carga y penetración con diferentes porcentajes del yeso, calicata n°11, marzo 2021.



Fuente: elaborado por los investigadores

**ANEXO 20.** Ensayo de permeabilidad.

**Tabla 138:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo permeabilidad, calicata n° 03, marzo 2021.

<b>CALICATA N°03</b>					
<b>TIEMPO(T)</b>	<b>VOLUMEN(Q)</b>	<b>ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL(A)</b>	<b>LONGITUD DE LA MUESTRAS (L)</b>	<b>ÁREA DE CARGA HIDRÁULICA(h)</b>	<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K)</b>
(s)	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/s)
3970	21	91.61	12	49.5	0.000013998
3820	25	91.61	12	49.5	0.000017318
3990	23	91.61	12	49.5	0.000015254
3930	21	91.61	12	49.5	0.000014140
3910	22	91.61	12	49.5	0.000014889
Promedio:					<b>0.000015120</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 139:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo permeabilidad, calicata n° 05, marzo 2021.

<b>CALICATA N°05</b>					
<b>TIEMPO(T)</b>	<b>VOLUMEN(Q)</b>	<b>ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL(A)</b>	<b>LONGITUD DE LA MUESTRAS(L)</b>	<b>ÁREA DE CARGA HIDRÁULICA(h)</b>	<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD(K)</b>
(s)	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/s)
1920	79	91.61	12	49.5	0.000108883
1890	85	91.61	12	49.5	0.000119012
1780	81	91.61	12	49.5	0.00012042
1850	84	91.61	12	49.5	0.000120155
1910	80	91.61	12	49.5	0.000110838
Promedio:					<b>0.000115861</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 140:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo permeabilidad, calicata n° 09, marzo 2021.

<b>CALICATA N°09</b>					
<b>TIEMPO(T)</b>	<b>VOLUMEN(Q)</b>	<b>ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL(A)</b>	<b>LONGITUD DE LA MUESTRAS(L)</b>	<b>ÁREA DE CARGA HIDRÁULICA(h)</b>	<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD(K)</b>
(s)	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/s)
4480	16	91.61	12	49.5	0.000009451
4810	18	91.61	12	49.5	0.000009903
4580	17	91.61	12	49.5	0.000009822
4950	18	91.61	12	49.5	0.000009623
4770	16	91.61	12	49.5	0.000008876
Promedio:					0.000009535

Fuente: elaborado por los investigadores.

**Tabla 141:** Carretera de Tacabamba a Peña Blanca, ensayo permeabilidad, calicata n° 11, marzo 2021.

<b>CALICATA N°11</b>					
<b>TIEMPO(T)</b>	<b>VOLUMEN(Q)</b>	<b>ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL(A)</b>	<b>LONGITUD DE LA MUESTRAS(L)</b>	<b>ÁREA DE CARGA HIDRÁULICA(h)</b>	<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD(K)</b>
(s)	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/s)
2440	122	91.61	12	49.5	0.000132313
2510	108	91.61	12	49.5	0.000113863
2490	98	91.61	12	49.5	0.000104150
2530	97	91.61	12	49.5	0.000101458
2520	101	91.61	12	49.5	0.000106061
Promedio:					<b>0.00011157</b>

Fuente: elaborado por los investigadores.

ANEXO 21. Ensayo de mecánica de suelos.

Suelo natural.



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

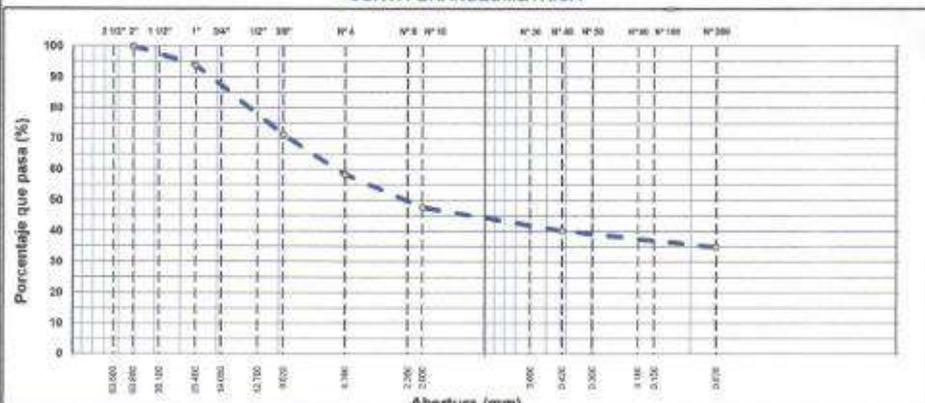
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000 <b>CALICATA</b> : C-1 <b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m) <b>TEBISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : Marzo - 2021
---	--

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Poso	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso total = 5,823.0 gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado = 3798.6 gr
2"	50.800				100.0	Peso fino = 538.9 gr
1 1/2"	38.100	89.0	1.5	1.5	98.5	Límite líquido = 40.6 %
1"	25.400	265.0	4.6	6.1	93.9	Límite plástico = 20.9 %
3/4"	19.050	360.0	6.5	12.6	87.4	Índice plástico = 19.7 %
1/2"	12.700	567.0	9.7	22.4	77.7	Clasif. AASHTO = A-2-6 [2]
3/8"	9.525	373.0	6.4	28.8	71.2	Clasif. SUCCS = GC
1/4"	6.350	0.0	0.0	28.8	71.2	Max. Dens. Seca = 1.978 (gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	752.0	12.9	41.7	58.3	Opt. Cont. Hum. = 12.77 %
# 8	2.380	76.1	8.2	49.9	50.1	CBR 0.1" (100%) = 23.8 %
# 10	2.000	22.5	2.4	52.4	47.7	CBR 0.1" (95%) = 19.3 %
# 30	0.800	56.0	6.1	58.4	41.6	Ensayo Malla #200
# 40	0.420	14.4	1.6	60.0	40.0	P.S. Seco: 5823.0
# 50	0.300	5.5	0.6	60.6	39.4	P.S. Lavado: 3798.6
# 80	0.180	17.5	1.9	62.5	37.5	% 200: 34.7
# 100	0.150	7.9	0.9	63.3	36.7	% Grava = 41.7 %
# 200	0.075	18.0	1.9	65.3	34.7	% Arena = 23.6 %
< # 200	FONDO	321.0	34.7	100.0	0.0	% Fino = 34.7 %
FRACCIÓN		538.9				% Humedad
TOTAL		5,823.0				P.S.H: 249.2
						P.S.S: 219.1
						%: 13.8%

Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia
Coef. Curvatura	-	1.4
Pot. de Expansión	Medio	Estable

**Descripción suelo:**

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



**INGEONORT S.A.C.**  
**Mrs. Floris Pérez**  
 LABORATORISTA



**INGEONORT S.A.C.**  
**José Manuel Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-49 Y T-69

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-1	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.12	38.79	38.45
TARRO + SUELO SECO	30.25	30.40	29.90
AGUA	7.87	8.39	8.55
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	19.92	20.21	19.61
% DE HUMEDAD	39.51	41.51	43.50
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	27.46
TARRO + SUELO SECO	24.55	24.55
AGUA	3.09	2.91
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	14.40	14.30
% DE HUMEDAD	21.46	20.35



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	40.6
Limite Plástico	20.9
Índice Plástico	19.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

**PROYECTO** : 'Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca'  
**PROGRESIV.** : Km. 0-000  
**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60		M-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro, con humedad natural de 13.8 %.	GC	A-2-6 (2)
0.70				Límite Líquido = 40.6		
0.80				Límite Plástico = 20.9		
0.90				Índice Plástico = 19.7		
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

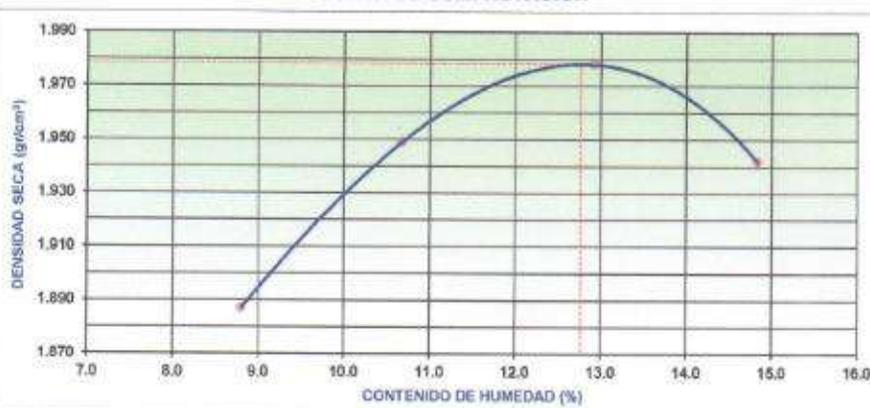
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	11047	11288	11429	11421
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4340	4581	4722	4714
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.053	2.158	2.234	2.230
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.887	1.949	1.978	1.942

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	450.0	487.0	504.1	502.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	413.6	440.0	446.4	437.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	36.4	47.0	57.7	64.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	413.6	440.0	446.4	437.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.80	10.66	12.93	14.83
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.978	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.8

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Pafia Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 1/03/2021
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000	
<b>CALICATA</b> : C-1	
<b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		<b>CAPACIDAD</b> : 6000 Kg	
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.978 g/cm <sup>3</sup>	ANILLO	: 1
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.8 %		

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	3		2		1	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°						
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13009		12519		12023	
Peso de molde (gr)	8281		8040		8085	
Peso del suelo húmedo (gr)	4728		4479		4228	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118		2120		2117	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.232		2.113		1.997	
Humedad (%)	13.01		12.61		12.36	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.976		1.876		1.777	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	309.7		310.8		311.5	
Peso del Agua (gr)	40.3		39.2		38.5	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	309.7		310.8		311.5	
Humedad (%)	13.01		12.61		12.36	
Promed. de Humedad (%)	13.0		12.6		12.4	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/03/2021	08:00:00	24	128.0	3.3	2.8	130.0	3.3	2.8	142.0	3.6	3.1
3/03/2021	08:00:00	48	140.0	3.8	3.0	155.0	3.9	3.4	163.0	4.1	3.5
4/03/2021	08:00:00	88	161.0	4.1	3.5	180.0	4.6	3.9	192.0	4.9	4.2
5/03/2021	08:00:00	96	170.0	4.3	3.7	182.0	4.9	4.2	206.0	5.2	4.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3			MOLDE N° 2			MOLDE N° 1					
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0		0	0		0	0		0	0	
0.636		17	5		12	4		7	3				
1.270		33	10		24	7		19	6				
1.905		43	13		34	10		27	8				
2.540	70.3	56	17	16.5	23.4	45	13	13.4	19.1	38	11	11.2	15.9
3.810		78	22		66	19		64	16				
5.080	105.5	99	29	29.1	27.6	83	24	24.3	23.0	69	20	20.4	19.4
6.350		118	34		98	28		84	24				
7.620		137	40		114	33		97	28				
10.160		160	48		141	41		110	32				
12.700		181	52		161	48		122	35				

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eduardo Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

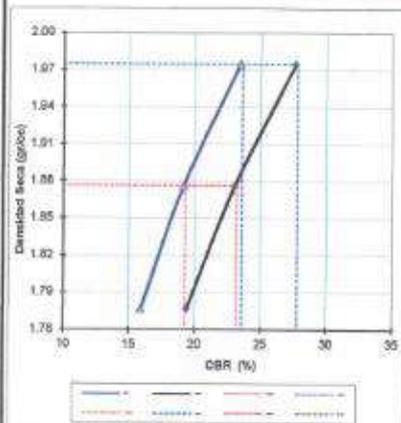
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chichayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000 <b>CALICATA</b> : C-1 <b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m) <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 1/03/2021
---	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 23.6	0.2": 27.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 19.3	0.2": 23.2

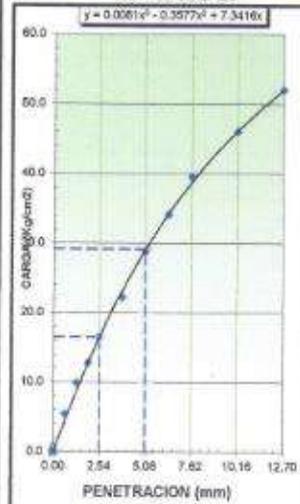
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.978	gr/cc
Optimo Humedad	12.77	%

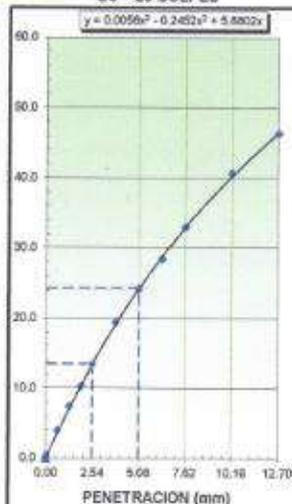
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

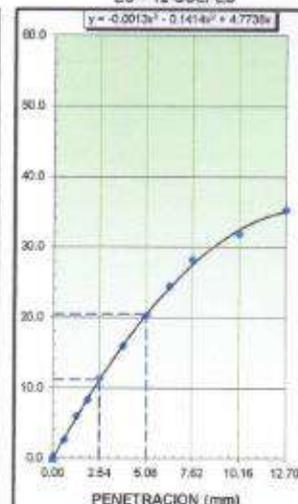
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Elis Florys Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Alvarez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 70344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-48

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

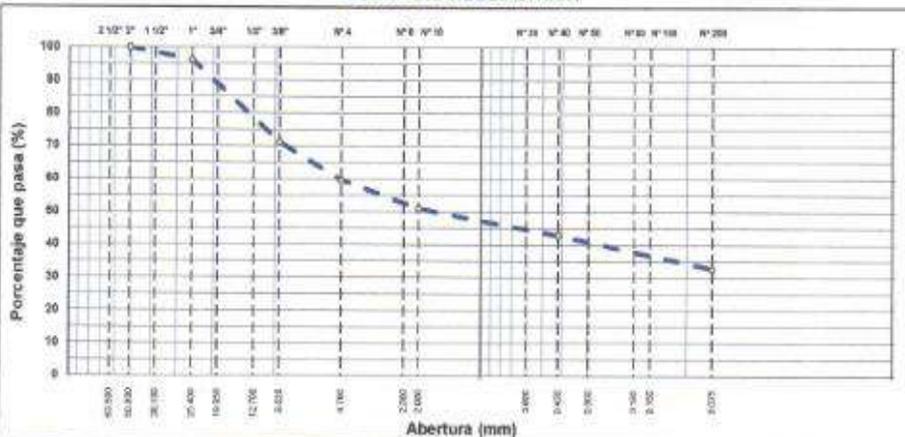
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.800,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3899,4	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	504,3	gr
1 1/2"	38.100	116,2	2,0	2,0	98,0	Limite liquido	=	37,0	%
1"	25.400	104,6	1,8	3,8	96,2	Limite plastico	=	21,9	%
3/4"	18.050	534,7	9,2	13,0	87,0	Indice plastico	=	15,1	%
1/2"	12.700	459,1	7,9	20,9	79,1	Clasif. AASHTO	=	A-2-6	(1)
3/8"	9.525	459,1	7,9	28,9	71,1	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	28,9	71,1	Max. Dens. Seca	=	1.945	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	862,5	11,4	40,3	59,7	Opt. Cont. Hum.	=	11,23	%
# 8	2.380	29,4	3,3	43,6	56,4	CBR 0.1" (100%)	=	23,9	%
# 10	2.000	48,2	5,4	49,0	51,0	CBR 0.1" (95%)	=	16,8	%
# 30	0.600	44,7	5,0	54,0	46,1	Ensayo Mallo #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	28,6	3,2	57,2	42,9		5800,0	3899,4	32,8
# 50	0.300	11,1	1,2	58,4	41,6	% Grava	=	40,3	%
# 80	0.180	27,8	3,1	61,5	38,5	% Arena	=	27,0	%
# 100	0.150	13,2	1,6	63,0	37,0	% Fino	=	32,8	%
# 200	0.075	38,1	4,3	67,2	32,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S	%
< # 200	FONDO	293,2	32,8	100,0	0,0		279,1	241,9	15,4%
<b>FRACCIÓN</b>		534,3				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		5.800,0				Coef. Curvatura	=		1,4
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=		Estable

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*José Floris Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTG E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	37.54	36.77	38.25
TARRO + SUELO SECO	30.29	29.49	30.23
AGUA	7.25	7.28	8.02
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.21	19.35	20.07
% DE HUMEDAD	35.87	37.52	39.96
N° DE GOLPES	30	23	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	26.71	26.03
TARRO + SUELO SECO	23.80	23.12
AGUA	2.91	2.91
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.61	12.96
% DE HUMEDAD	21.38	22.45



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	37.0
Límite Plástico	21.9
Índice Plástico	15.1

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Luceo Valera*  
J. Luceo Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 1+000  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20		M-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro, con humedad natural de 15.4 %.  Límite Líquido = 37.0 Límite Plástico = 21.9 Índice Plástico = 15.1	GC	A-2-6 (1)
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair Ronaldo Zagarra Flores*  
Jair Ronaldo Zagarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*Jairo R. Lucero Valera*  
Jairo R. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.A.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10926	11145	11290	11247
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4219	4438	4583	4540
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.099	2.168	2.148
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.859	1.919	1.945	1.896

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	438.2	486.5	498.3	480.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	408.1	426.4	447.1	424.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	30.1	40.1	51.2	56.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	408.1	428.4	447.1	424.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.38	9.40	11.45	13.25
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.946	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.2

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Navero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 1/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 1.946 g/cm<sup>3</sup>  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 11.2 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	6	5	4
Molde N°	6	5	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12995	12501	12322
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4560	4342	4092
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.164	2.060	1.940
Humedad (%)	11.46	11.64	10.97
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.942</b>	<b>1.845</b>	<b>1.745</b>
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	314.0	313.5	315.4
Peso del Agua (gr)	36.0	36.5	34.6
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	314.0	313.5	315.4
Humedad (%)	11.46	11.64	10.97
<b>Promed. de Humedad (%)</b>	<b>11.5</b>	<b>11.6</b>	<b>11.0</b>

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/03/2021	09:00:00	24	116.0	2.9	2.5	120.0	3.0	2.6	125.0	3.2	2.7
3/03/2021	09:00:00	48	126.0	3.2	2.7	141.0	3.6	3.1	148.0	3.7	3.2
4/03/2021	09:00:00	88	145.0	3.7	3.2	165.0	4.2	3.6	176.0	4.6	3.8
5/03/2021	09:00:00	96	156.0	4.0	3.4	176.0	4.5	3.8	193.0	4.9	4.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		17	5			8	3			5	2		
1.270		33	10			17	5			16	5		
1.905		43	13			26	8			24	7		
2.540	70.3	56	17	16.6	23.6	40	12	11.7	16.7	35	11	10.4	14.8
3.810		76	22			59	17			51	15		
5.080	105.5	99	29	29.0	27.5	78	23	22.0	20.9	66	19	19.3	18.3
6.350		118	34			91	26			81	24		
7.620		137	40			107	31			94	27		
10.160		160	46			130	38			107	31		
12.700		191	55			154	44			127	37		

INGEONORT S.A.C.

*Elys Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alvarez Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.F. N° 16344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

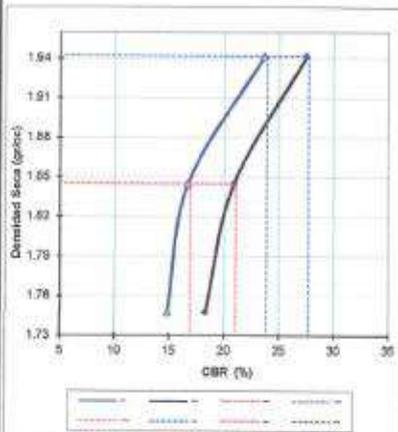
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000 <b>CALICATA</b> : C-2 <b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m) <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 1/03/2021
---	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 23.9	0.2": 27.7
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 16.9	0.2": 21.1

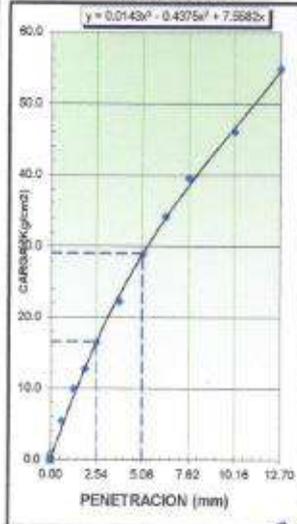
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.946	gr/cc
Óptimo Humedad	11.23	%

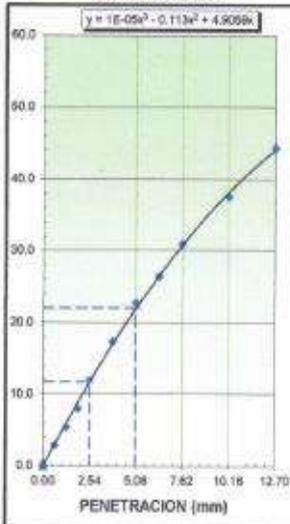
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

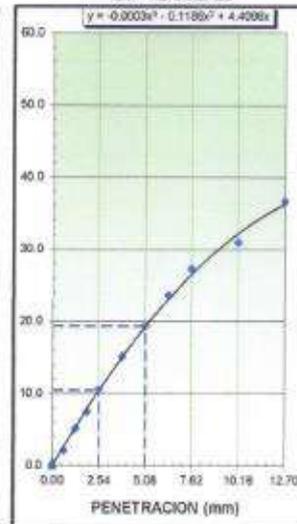
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Álvarez Valera*  
 José A. Álvarez Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

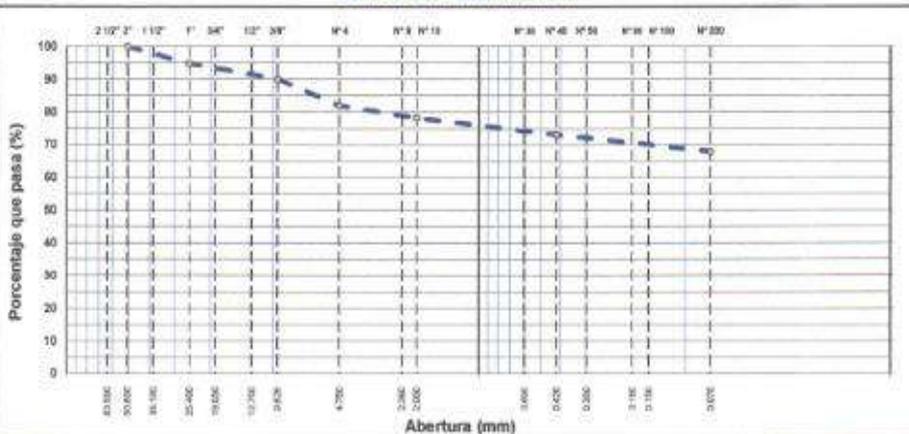
MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

<b>PROYECTO</b> :	"Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> :	E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> :	Km. 2+000	<b>ING. RESP.</b> :	J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> :	C-3	<b>FECHA</b> :	Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> :	M- 2 (0.10 m - 1.50 m)		
<b>TESISTA</b> :	Leila Tenorio Segura, Jaír Ronaldo Zegarra Flores		

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pase	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	4.321,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1383,7	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	490,5	gr
1 1/2"	38.100	108,0	2,5	2,5	97,5	Limite liquido	=	57,3	%
1"	25.400	118,0	2,7	5,2	94,8	Limite plastico	=	33,4	%
3/4"	19.050	82,0	1,9	7,1	92,9	Indice plastico	=	23,9	%
1/2"	12.700	69,0	1,6	8,7	91,3	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	15
3/8"	9.525	51,0	1,2	9,9	90,1	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0,0	0,0	9,9	90,1	Max. Dens. Seca	=	1.847	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	354,0	8,2	18,1	81,9	Opt. Cont. Hum.	=	19,53	%
# 8	2.360	9,9	1,7	19,8	80,3	CBR 0.1" (100%)	=	13,7	%
# 10	2.000	11,9	2,0	21,7	78,3	CBR 0.1" (95%)	=	8,5	%
# 30	0.800	25,7	4,3	26,0	74,0	Ensayo Malla #200	P.0 Seco	P.0 Lavado	% 200
# 40	0.420	5,1	0,9	26,9	73,1		4321,0	1383,7	68,0
# 50	0.300	1,9	0,3	27,2	72,8	% Grava	=	18,1	%
# 80	0.180	9,4	1,6	28,8	71,2	% Arena	=	13,9	%
# 100	0.150	6,3	1,1	29,8	70,2	% Fino	=	68,0	%
# 200	0.075	13,2	2,2	32,0	68,0	% Humedad	P.S.H.	P.S.B.	%
< # 200	FONDO	407,1	68,0	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
<b>FRACCIÓN</b>		490,5				Coef. Uniformidad	-		Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		4.321,0				Coef. Curvatura	-		1,4
						Por. de Expansión	-		Estable

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Dr. Flores Pérez  
LABORATORIO

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTG E 110 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

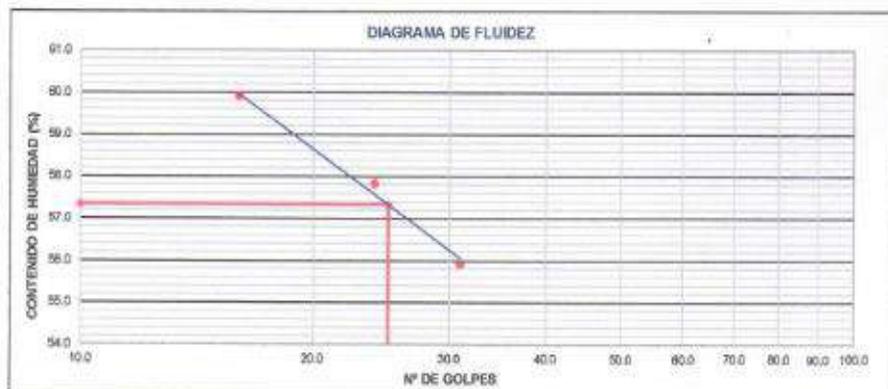
**FECHA** : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.30	36.48	37.82
TARRO + SUELO SECO	26.92	26.87	26.15
AGUA	9.38	9.61	9.67
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	16.78	16.82	16.14
% DE HUMEDAD	55.90	57.82	59.91
N° DE GOLPES	31	24	16

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.65	27.22
TARRO + SUELO SECO	23.78	23.53
AGUA	3.87	3.69
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.32	11.31
% DE HUMEDAD	34.19	32.63



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	57.3
Límite Plástico	33.4
Índice Plástico	23.9

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair R. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 75344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km. 2+000  
CALICATA : C-3  
MUESTRA : M-2 (0,10 m - 1,50 m)  
TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60		M-2		Limos inorgánicos de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color marrón claro, con humedad natural de 24.4 %.	MH	A-7-5 (15)
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
Ej. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG 8 115 - ASTM D 1587

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

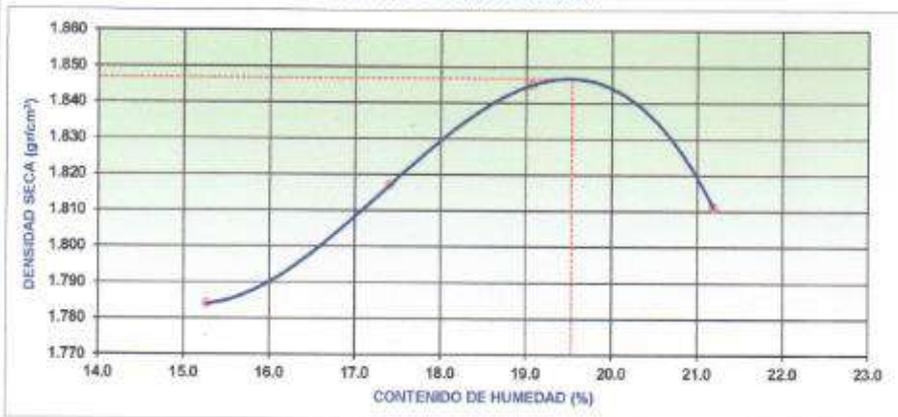
**METODO DE COMPACTACION** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6002	6075	6135	6132
PESO DE MOLDE (gr)	4085	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1937	2010	2070	2067
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.056	2.134	2.197	2.194
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.817	1.845	1.811

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	370.0	340.0	350.2	370.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	321.0	289.6	294.1	305.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.0	50.4	56.1	64.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	321.0	289.6	284.1	305.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.26	17.40	19.08	21.19
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.5

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 35344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1959 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 1/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.847 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 19.5 %

**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	9	8	7
Molde N°	9	8	7
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12745	12493	12475
Peso de molde (gr)	8103	8046	8287
Peso del suelo húmedo (gr)	4642	4447	4188
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.195	2.099	1.979
Humedad (%)	19.13	19.86	19.33
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.843	1.751	1.658
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	293.8	292.0	293.3
Peso del Agua (gr)	56.2	58.0	56.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	293.8	292.0	293.3
Humedad (%)	19.13	19.86	19.33
Promed. de Humedad (%)	19.1	19.9	19.3

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/03/2021	12:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/03/2021	12:00:00	24	109.0	2.8	2.4	134.0	3.4	2.9	169.0	4.3	3.7
3/03/2021	12:00:00	48	134.0	3.4	2.9	155.0	4.0	3.4	183.0	4.6	4.0
4/03/2021	12:00:00	88	145.0	3.7	3.2	168.0	4.3	3.7	195.0	5.0	4.2
5/03/2021	12:00:00	96	159.0	4.0	3.5	181.0	4.6	3.9	216.0	5.5	4.7

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	3			4	2			3	1		
1.270		16	6			9	3			7	3		
1.905		25	8			13	4			11	4		
2.540	70.3	31	9	9.5	13.5	18	6	5.9	8.3	14	5	4.9	7.0
3.810		42	13			28	9			21	7		
5.080	105.5	54	18	18.2	15.4	36	11	11.3	10.7	32	10	9.2	8.7
6.350		63	19			47	14			37	11		
7.620		74	22			57	17			45	13		
10.160		81	24			63	19			49	15		
12.700		90	26			73	21			60	18		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

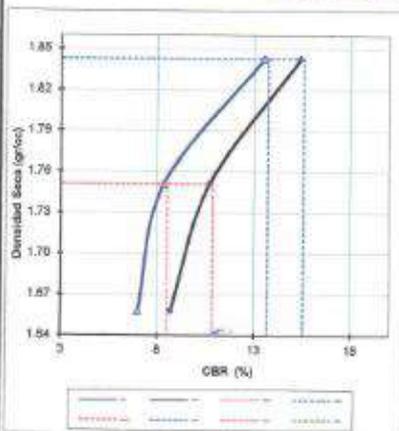
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jaír Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 1/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1"	13.7	0.2"	15.6
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1"	8.5	0.2"	10.9

**Datos del Proctor**

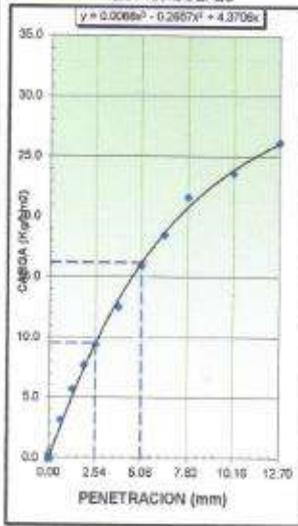
Max. Dens. Seca	1.847	gr/cc
Óptimo Humedad	19.53	%

**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

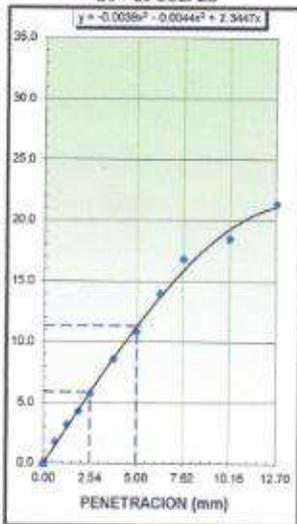
**EC = 56 GOLPES**

$y = 0.0069x^2 - 0.2667x + 4.3708x$



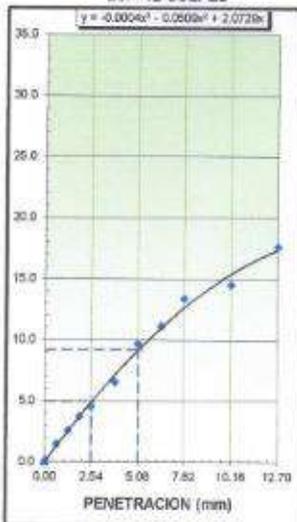
**EC = 25 GOLPES**

$y = -0.0036x^2 - 0.0044x^2 + 2.3447x$



**EC = 12 GOLPES**

$y = -0.0004x^2 - 0.0009x^2 + 2.0732x$



**INGEONORT S.A.C.**

*Leila Tenorio Segura*  
 E.L. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-38

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

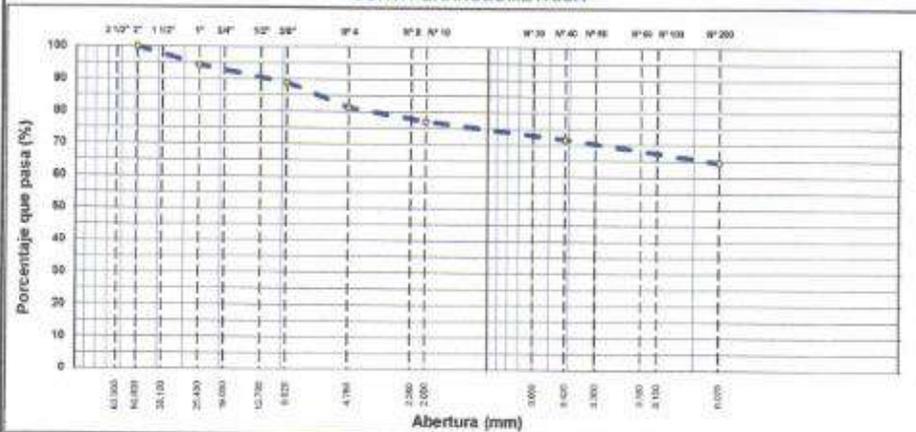
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	4.500,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1592,0	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	487,8	gr
1 1/2"	38.100	145,0	3,2	3,2	96,8	Límite líquido	=	54,7	%
1"	25.400	109,0	2,4	5,6	94,4	Límite plástico	=	33,1	%
3/4"	19.050	105,0	2,3	8,0	92,0	Índice plástico	=	21,6	%
1/2"	12.700	69,0	1,5	9,5	90,5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	[12]
3/8"	9.525	67,0	1,5	11,0	89,0	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0,0	0,0	11,0	89,0	Max. Dens. Seca	=	1.818	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	349,0	7,8	18,8	81,3	Opt. Cont. Hum.	=	17,58	%
# 8	2.360	11,5	1,9	20,7	79,3	CBR 0.1" (100%)	=	14,0	%
# 10	2.000	13,2	2,2	22,9	77,1	CBR 0.1" (95%)	=	9,2	%
# 30	0.600	24,3	4,0	26,9	73,1	Ensayo Mata #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	8,4	1,4	28,3	71,7		4900,0	1592,0	64,6
# 50	0.300	3,8	0,6	28,9	71,1	% Grava	=	18,8	%
# 80	0.180	12,8	2,1	31,1	69,0	% Arena	=	16,6	%
# 100	0.150	9,7	1,6	32,7	67,3	% Fino	=	64,6	%
# 200	0.075	16,3	2,7	35,4	64,6	% Humedad	P.S.H.	P.S.B.	%
< # 200	FONDO	388,0	64,6	100,0	0,0		200,0	155,2	21,1%
<b>FRACCIÓN</b>		487,8				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		4.500,0				Coef. Curvatura	=		1,6
<b>Descripción suelo:</b>						Ind. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair R. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Valero*  
**José A. Valero Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4518 - AASHTO T-99 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	16	17	18
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.81	38.52	37.85
TARRO + SUELO SECO	29.41	28.96	28.28
AGUA	9.40	9.56	9.57
PESO DEL TARRO	11.91	11.88	11.69
PESO DEL SUELO SECO	17.50	17.08	16.59
% DE HUMEDAD	53.71	55.97	57.69
N° DE GÓLPE	29	21	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	19	20
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.43	27.92
TARRO + SUELO SECO	22.95	23.89
AGUA	3.48	4.03
PESO DEL TARRO	12.26	11.92
PESO DEL SUELO SECO	10.89	11.97
% DE HUMEDAD	32.55	33.67



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	54.7
Límite Plástico	33.1
Índice Plástico	21.6

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair R. Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José R. Bucero Valero*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 78544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60		M-2		Limos inorgánicos de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color marrón claro, con humedad natural de 21.1 %.	MH	A-7-5 (12)
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Límite Líquido = 54.7  
 Límite Plástico = 33.1  
 Índice Plástico = 21.6

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

**INGEONORT S.A.C.**  
  
 Edo. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.F.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 3+000

CALICATA : C-4

MUESTRA : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

TESISTA : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

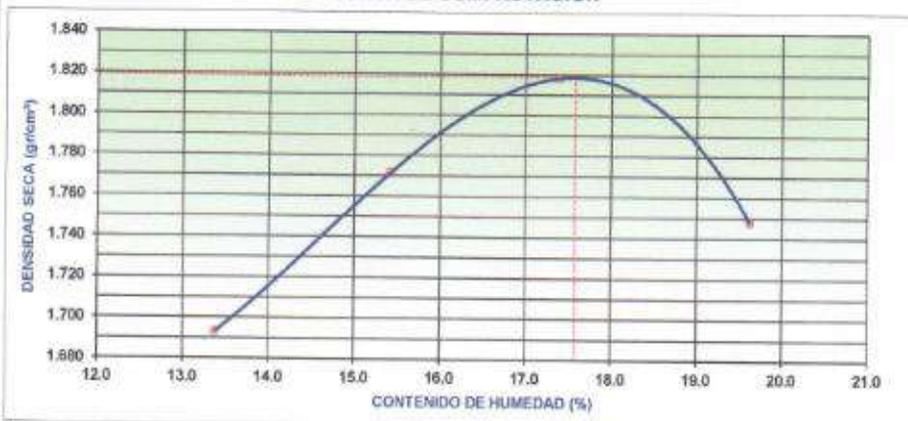
NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10765	11027	11219	11127
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4058	4320	4512	4420
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.920	2.044	2.134	2.091
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.693	1.771	1.818	1.748

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	438.2	466.5	496.3	480.3
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	396.5	404.2	424.5	401.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	51.7	62.3	73.8	78.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	396.5	404.2	424.5	401.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.38	15.41	17.39	19.63
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.818	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.6

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Huacera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 1/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA

1.818 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

17.4 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	12	11	10
N° Capa	5	6	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12608	12278	12212
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4596	4243	4182
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.138	2.025	1.922
Humedad (%)	17.85	17.53	17.73
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.814	1.723	1.633
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	297.0	297.8	297.3
Peso del Agua (gr)	53.0	52.2	52.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	297.0	297.8	297.3
Humedad (%)	17.85	17.53	17.73
Promed. de Humedad (%)	17.9	17.6	17.7

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/03/2021	13:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/03/2021	13:00:00	24	107.0	2.7	2.3	139.0	3.5	3.0	171.0	4.3	3.7
3/03/2021	13:00:00	48	138.0	3.5	3.0	183.0	4.1	3.5	189.0	4.8	4.1
4/03/2021	13:00:00	88	149.0	3.8	3.2	173.0	4.4	3.8	203.0	5.2	4.4
5/03/2021	13:00:00	96	158.0	4.0	3.4	187.0	4.7	4.1	219.0	5.6	4.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	3			5	2			3	1		
1.270		18	6			10	3			8	3		
1.905		25	8			13	4			12	4		
2.540	70.3	31	9	9.7	13.7	20	6	6.3	9.8	15	5	5.2	7.3
3.810		42	13			30	9			22	7		
5.080	105.5	57	17	16.7	16.8	38	12	12.0	11.4	31	9	9.4	8.9
6.350		66	19			50	15			40	12		
7.620		77	22			60	18			44	13		
10.160		84	24			68	19			51	15		
12.700		95	28			77	22			63	19		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Huero Valero*  
 José A. Huero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I. N° 78144



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

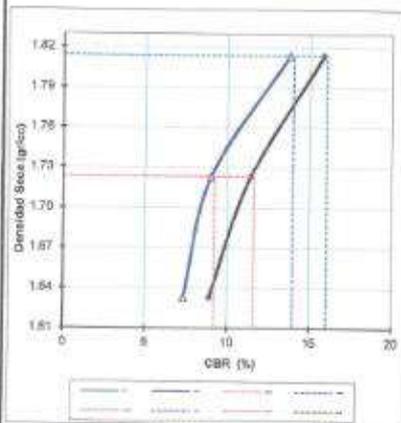
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 1/03/2021
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 3+000	
<b>CALICATA</b> : C-4	
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leiza Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 14.0	0.2": 16.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 9.2	0.2": 11.6

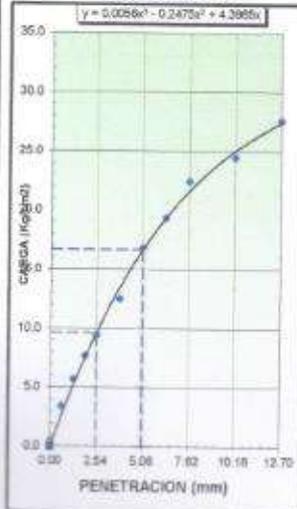
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.818	g/cm³
Optimo Humedad	17.58	%

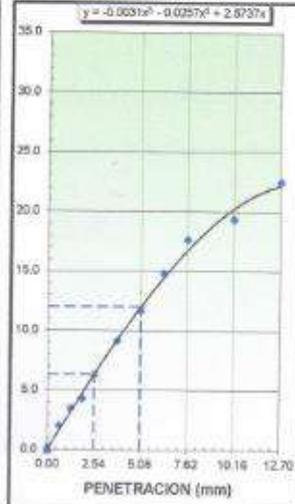
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

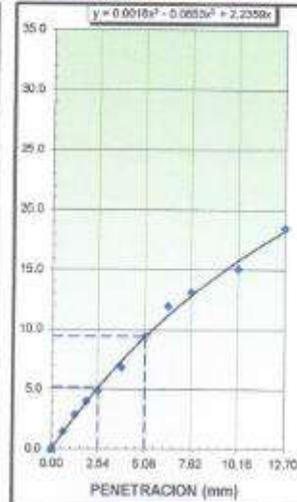
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635675

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

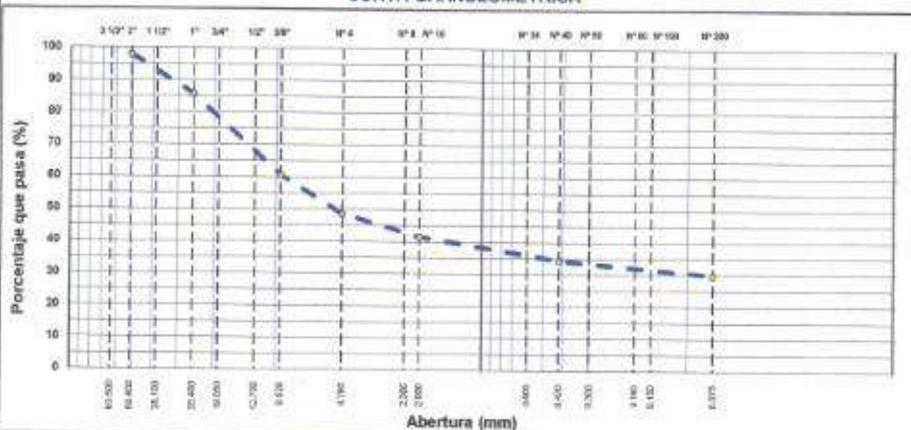
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.717,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4511,0	gr
2"	50.800	120,0	2,1	2,1	97,9	Peso fino	=	526,3	gr
1 1/2"	38.100	39,0	0,7	2,8	97,2	Límite líquido	=	49,3	%
1"	25.400	660,0	11,5	14,3	85,7	Límite plástico	=	26,6	%
3/4"	19.050	564,0	9,9	24,2	75,8	Índice plástico	=	22,5	%
1/2"	12.700	526,0	9,2	33,4	66,6	Clasif. AASHTO	=	A-2-7	[ 2 ]
3/8"	9.525	350,0	6,1	39,5	60,5	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	39,5	60,5	Max. Dens. Seca	=	1.803	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	680,0	11,9	51,4	48,6	Opt. Cont. Hum.	=	16,70	%
# 8	2.360	43,9	4,1	55,5	44,6	CBR 0.1" (100%)	=	24,2	%
# 10	2.000	32,8	3,0	58,5	41,5	CBR 0.1" (95%)	=	17,3	%
# 30	0.600	63,1	6,8	64,3	35,7	Ensayo Malle #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	14,0	1,3	65,6	34,4		5717,0	4011,0	29,8
# 50	0.300	4,5	0,4	66,0	34,0	% Grava	=	51,4	%
# 80	0.180	17,1	1,6	67,6	32,4	% Arena	=	18,8	%
# 100	0.150	8,2	0,8	68,4	31,6	% Fino	=	29,8	%
# 200	0.075	19,5	1,6	70,2	29,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	323,2	29,8	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
<b>FRACCIÓN</b>		526,3				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		5.717,0				Coef. Curvatura	-		1,2
<b>Descripción suelo:</b>						Coef. de Expansión	Medio		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 99 Y T 99

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 4+000

CALICATA : C-5

MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

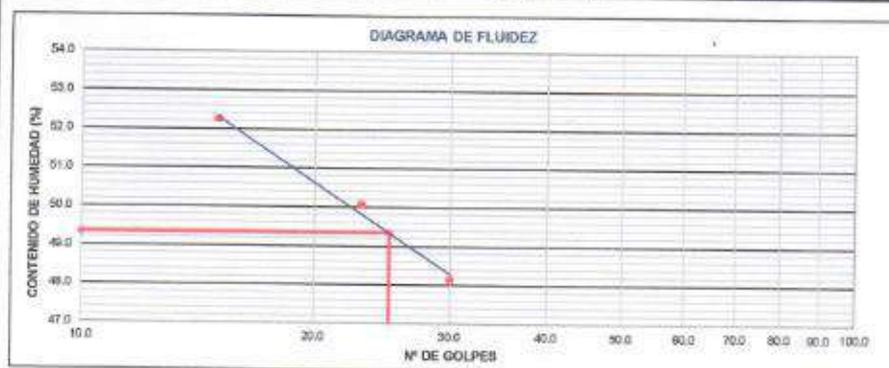
FECHA : Marzo - 2021

LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	21	22	23
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.15	37.52	37.75
TARRO + SUELO SECO	29.65	28.81	28.79
AGUA	6.50	8.71	8.96
PESO DEL TARRO	11.99	11.41	11.64
PESO DEL SUELO SECO	17.66	17.40	17.15
% DE HUMEDAD	48.13	50.06	52.24
N° DE GÓLPE	30	23	15

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	24	25
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.56	27.48
TARRO + SUELO SECO	23.39	24.22
AGUA	3.17	3.28
PESO DEL TARRO	11.43	12.19
PESO DEL SUELO SECO	11.96	12.03
% DE HUMEDAD	26.51	27.10



Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	49.3
Límite Plástico	26.8
Índice Plástico	22.5

Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

J. Espinoza Valera  
LABORATORISTA



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 4+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-5	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80		M-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro, con humedad natural de 22.2 %.	GC	A-2-7 (2)
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

**Observ.-** No se encontró el nivel de la napa freática.

**INGEONORT S.A.C.**  
*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*J. Guerrero Valera*  
 J. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 14344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 118 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

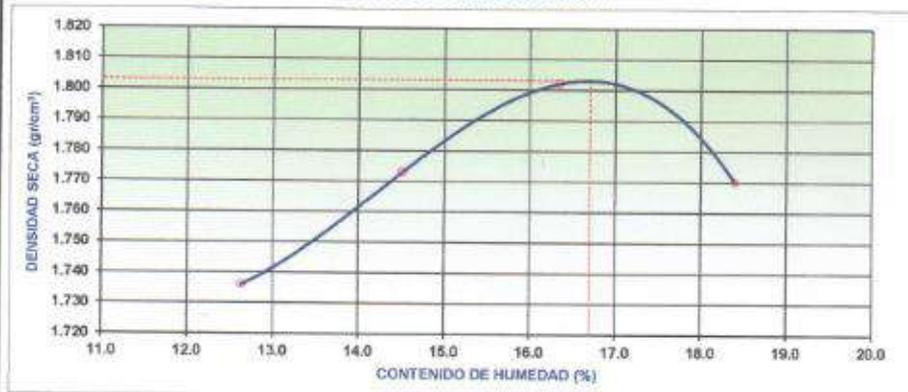
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10841	11000	11138	11138
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4134	4293	4431	4429
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.958	2.031	2.096	2.095
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.736	1.773	1.802	1.770

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	375.4	390.5	418.7	435.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	333.3	341.0	359.9	367.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	42.1	49.5	58.8	67.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	333.3	341.0	359.9	367.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.63	14.52	16.34	18.40
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.803</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>16.7</b>

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

J. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 2/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.803 g/cm<sup>3</sup>

**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 16.7 %

**CAPACIDAD** : 9000 Kg.

**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13
N° Caps	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12109	12019	11748
Peso de molde (gr)	7713	7805	7723
Peso del suelo húmedo (gr)	4396	4214	4025
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2088	2113	2122
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.095	1.994	1.897
Humedad (%)	16.36	16.63	17.10
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.710	1.620
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	300.8	300.1	298.9
Peso del Agua (gr)	49.2	49.9	51.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	300.8	300.1	298.9
Humedad (%)	16.36	16.63	17.10
Promed. de Humedad (%)	16.4	16.6	17.1

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
2/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/03/2021	09:00:00	24	128.0	3.3	2.8	130.0	3.3	2.8	142.0	3.6	3.1
4/03/2021	09:00:00	48	140.0	3.6	3.0	155.0	3.9	3.4	163.0	4.1	3.5
5/03/2021	09:00:00	88	161.0	4.1	3.5	180.0	4.6	3.9	192.0	4.9	4.2
6/03/2021	09:00:00	96	170.0	4.3	3.7	182.0	4.9	4.2	200.0	5.1	4.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15						MOLDE N° 14						MOLDE N° 13					
		CARGA		CORRECCION		%		CARGA		CORRECCION		%		CARGA		CORRECCION		%	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%			Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%			Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%		
0.000		0	0					0	0					0	0				
0.635		16	5					8	3					7	3				
1.270		31	9					19	6					20	6				
1.905		44	13					29	9					30	9				
2.540	70.3	57	17	16.8	23.9			39	12	12.0	17.1			41	12	11.9	17.0		
3.810		77	22					60	18					57	17				
5.080	105.5	101	29	20.4	27.9			78	23	22.8	21.6			70	20	21.0	19.9		
6.350		120	35					97	28					85	25				
7.620		138	40					113	33					98	28				
10.160		151	44					130	38					110	32				
12.700		170	49					151	44					127	37				

INGEONORT S.A.C.

*Jairo Flores Pérez*  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Escobar Valera*  
 José A. Escobar Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

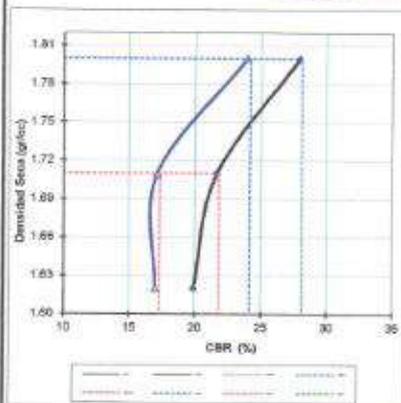
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 2/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 24.2	0.2": 26.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 17.3	0.2": 21.8

**Datos del Proctor**

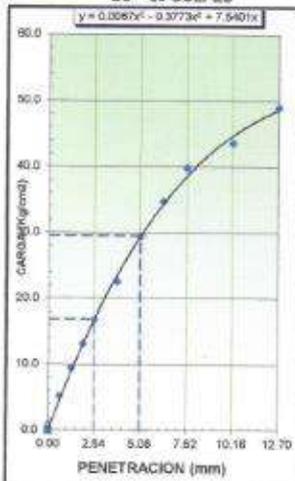
Max. Dens. Seca	1.803	gr/cc
Optimo Humedad	16.70	%

**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

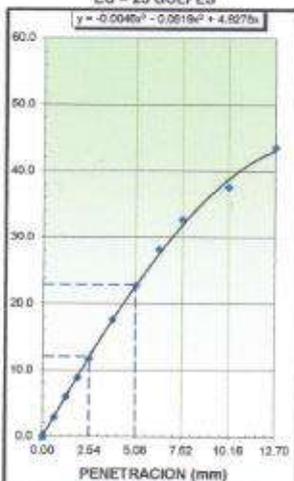
**EC = 56 GOLPES**

$y = 0.0067x^2 - 0.3773x + 7.5401x$



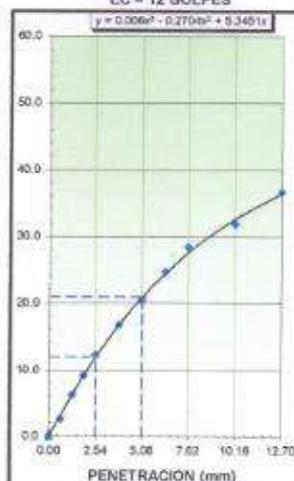
**EC = 25 GOLPES**

$y = -0.0040x^2 - 0.0919x + 4.9275x$



**EC = 12 GOLPES**

$y = 0.0066x^2 - 0.2704x + 9.3401x$



INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

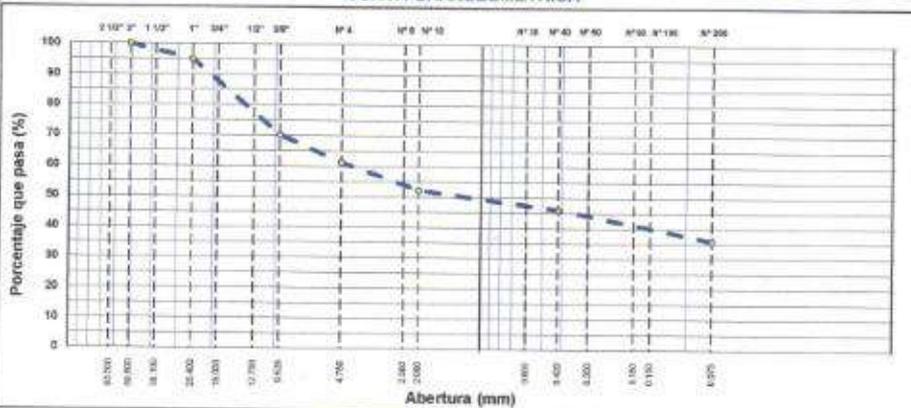
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.799,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3717,2	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	529,1	gr
1 1/2"	38.100	89,6	1,2	1,2	98,8	Límite líquido	=	46,8	%
1"	25.400	220,4	3,8	5,0	95,0	Límite plástico	=	26,5	%
3/4"	19.050	423,3	7,3	12,3	87,7	Índice plástico	=	20,3	%
1/2"	12.700	527,7	9,1	21,4	78,6	Clasif. AASHTO	=	A-2-7	2
3/8"	9.525	492,9	8,5	29,9	70,1	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	29,9	70,1	Max. Dens. Seca	=	1.825	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	516,1	8,9	38,8	61,2	Opt. Cont. Hum.	=	14,73	%
# 8	2.360	39,8	4,6	43,4	56,6	CBR D.1" (100%)	=	22,3	%
# 10	2.000	37,2	4,3	47,7	52,3	CBR D.1" (35%)	=	15,7	%
# 30	0.600	32,0	3,7	51,4	48,6	Ensayo Malo #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	21,6	2,5	53,9	46,1		6799,0	3717,2	35,9
# 50	0.300	12,1	1,4	55,3	44,7	% Grava	=	38,8	%
# 80	0.180	29,4	3,4	58,7	41,3	% Arena	=	25,3	%
# 100	0.150	6,9	0,8	59,5	40,5	% Fino	=	35,9	%
# 200	0.075	39,8	4,6	64,1	35,9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	310,4	35,9	100,0	0,0		215,0	101,5	18,5%
FRACCIÓN		529,1				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		5.799,0				Coef. Curvatura	-		1,4
Descripción suelo:						Por. de Expansión	-	Medio	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Ronaldo Zegarra Flores**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jose A. Lucero Valera*  
**Jose A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M-2 (D.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

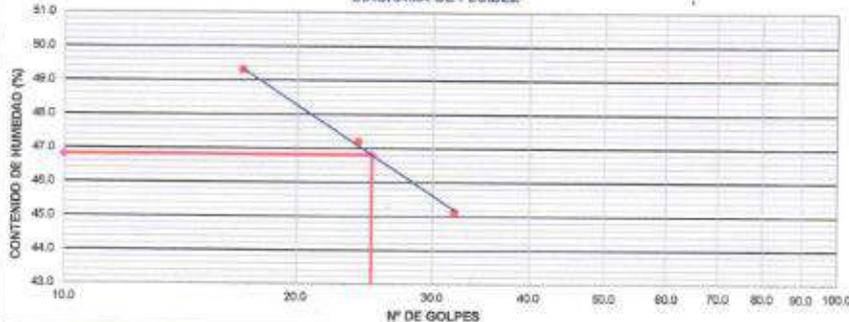
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	26	27	28
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.97	37.04	37.12
TARRO + SUELO SECO	29.35	28.50	28.31
AGUA	7.62	8.54	8.81
PESO DEL TARRO	12.46	10.40	10.45
PESO DEL SUELO SECO	16.89	18.10	17.86
% DE HUMEDAD	45.13	47.19	49.31
N° DE GOLPES	32	24	17

**LIMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	29	30
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.95	26.38
TARRO + SUELO SECO	23.05	23.49
AGUA	2.90	2.89
PESO DEL TARRO	12.31	12.43
PESO DEL SUELO SECO	10.74	11.06
% DE HUMEDAD	26.95	26.13

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	46.8
Limite Plástico	26.5
Índice Plástico	20.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Nuñez Valera*  
 J. A. Nuñez Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 5+000	
<b>CALICATA</b> : C-6	
<b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00						
0.10		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.50						
0.70						
0.80		M-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige claro, con humedad natural de 18.5 %.	GC	A-2-7 (2)
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Ela. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair R. Zegarra Flores  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

NTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

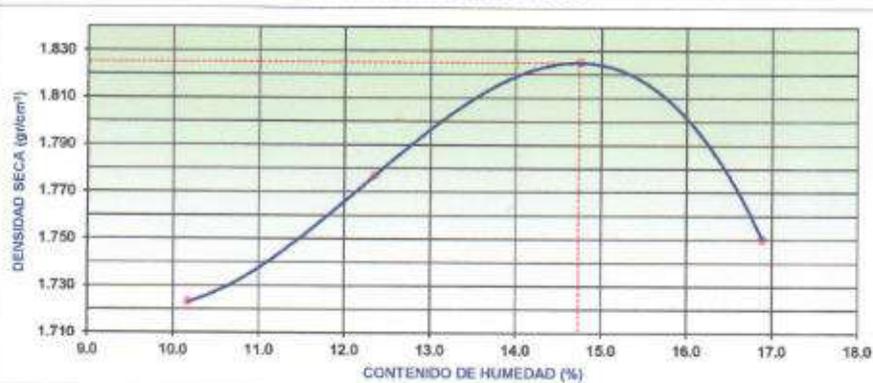
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10721	10928	11135	11031
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4014	4221	4428	4324
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.899	1.987	2.095	2.045
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.723	1.777	1.825	1.750

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	455.0	479.2	500.9	485.1
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	413.0	426.5	436.5	415.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	42.0	52.7	64.4	70.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	413.0	426.5	436.5	415.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.17	12.36	14.75	16.89
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.825	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 2/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.825 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 14.7 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	18	17	16
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12395	12525	12165
Peso de molde (gr)	7990	8324	8196
Peso del suelo húmedo (gr)	4405	4201	3969
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2108	2109
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.084	1.995	1.882
Humedad (%)	14.45	15.32	14.83
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.821	1.730	1.639
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	305.8	303.5	304.8
Peso del Agua (gr)	44.2	46.5	45.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	305.8	303.5	304.8
Humedad (%)	14.45	15.32	14.83
Promed. de Humedad (%)	14.6	15.3	14.8

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
2/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/03/2021	10:00:00	24	100.0	2.5	2.2	105.0	2.7	2.3	109.0	2.8	2.4
4/03/2021	10:00:00	48	110.0	2.8	2.4	126.0	3.2	2.7	131.0	3.3	2.8
5/03/2021	10:00:00	66	130.0	3.3	2.8	150.0	3.8	3.3	160.0	4.1	3.5
6/03/2021	10:00:00	96	141.0	3.6	3.1	161.0	4.1	3.6	167.0	4.7	4.1

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 18				MOLDE N° 17				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		14	5			9	3			8	3		
1.270		29	9			18	6			12	4		
1.905		40	12			26	8			23	7		
2.540	70.3	52	15	15.5	22.0	37	11	10.8	15.4	31	9	9.7	13.8
3.810		73	21			53	16			49	15		
5.080	105.5	95	28	28.1	26.7	68	20	20.6	19.5	62	18	18.3	17.4
6.350		117	34			87	25			77	22		
7.620		134	39			101	29			90	26		
10.160		162	44			121	35			101	29		
12.700		168	48			138	40			116	34		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76544



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

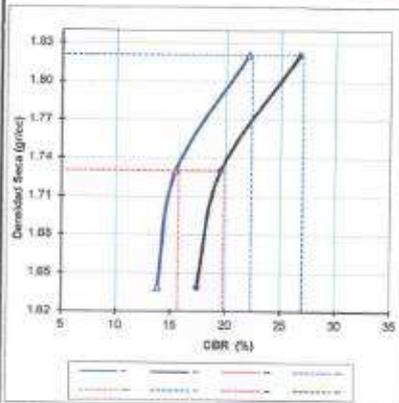
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeqarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 2/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.3	0.2":	27.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	15.7	0.2":	19.8

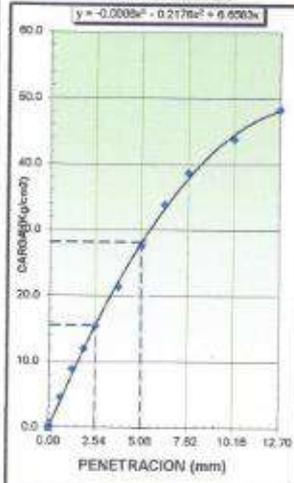
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.825	gr/cc
Óptimo Humedad	14.73	%

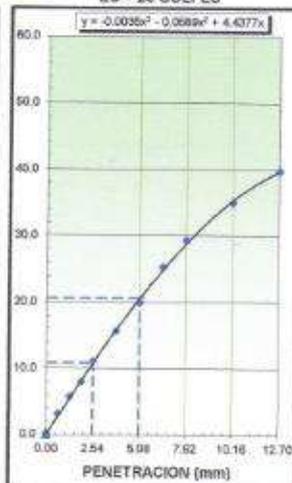
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

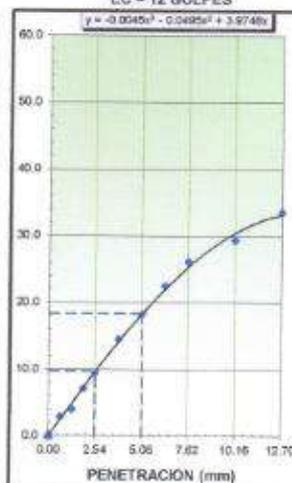
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

J. A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-38

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegana Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

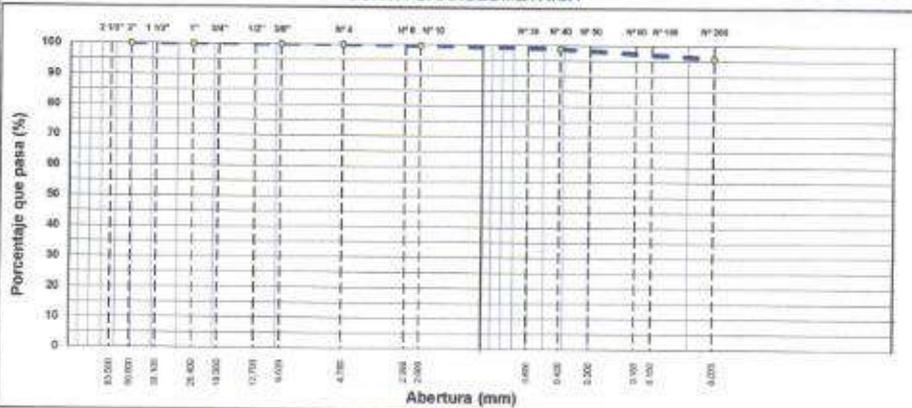
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pass	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
3"	76.200					Peso total	=	483.0	gr		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	19.9	gr		
2"	50.800					Peso fino	=	483.0	gr		
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	94.0	%		
1"	25.400					Límite plástico	=	35.6	%		
3/4"	19.050					Índice plástico	=	58.4	%		
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	16		
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH			
1/4"	6.350					Máx. Dens. Seca	=	1.767	(gr/cm <sup>3</sup> )		
# 4	4.760					Cpt. Cont. Hum.	=	22.88	%		
# 8	2.380					CBR 0.1" (100%)	=	9.8	%		
# 10	2.000	0.8	0.2	0.2	100.0	CBR 0.1" (35%)	=	4.2	%		
# 30	0.800	2.7	0.6	0.7	99.6	Ensayo Malta #200	P.S. Seco	483.0	P.S. Lavado	19.9	% 200
# 40	0.420	1.5	0.3	1.0	99.0	% Grava	=	0.0	%		
# 50	0.300	0.9	0.2	1.2	98.8	% Arena	=	4.1	%		
# 80	0.180	5.2	1.1	2.3	97.7	% Fino	=	95.9	%		
# 100	0.150	2.9	0.6	2.9	97.1	% Humedad	P.S.H.	204.6	P.S.B.	141.5	%
# 200	0.075	5.9	1.2	4.1	95.9	Índice de Consistencia	=	-	0.0		
< # 200	FONDO	483.1	95.9	100.0	0.0	Pat. de Expansión	Muy Alto	Compacto			
FINO		483.0									
TOTAL		483.0									

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*José Flores Pérez*  
 José Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.T. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

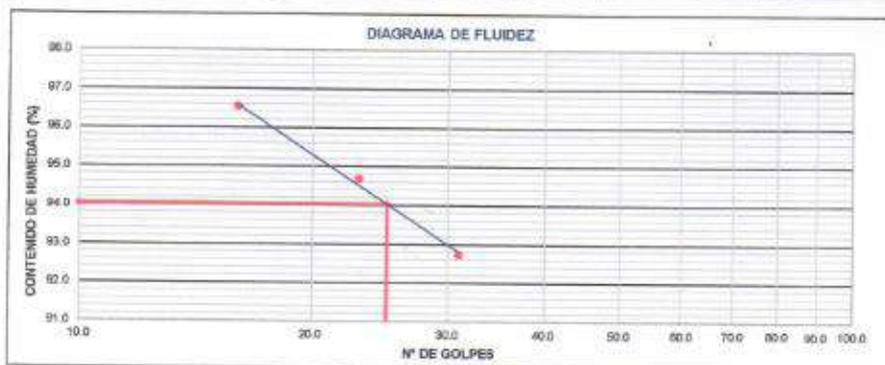
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	31	32	33
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.24	37.57	36.42
TARRO + SUELO SECO	25.77	24.96	23.57
AGUA	12.47	12.61	12.85
PESO DEL TARRO	12.32	11.64	10.26
PESO DEL SUELO SECO	13.45	13.32	13.31
% DE HUMEDAD	92.71	94.67	96.54
N° DE GOLPES	31	23	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	34	35
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.78	27.37
TARRO + SUELO SECO	22.75	23.40
AGUA	4.03	3.97
PESO DEL TARRO	11.61	12.08
PESO DEL SUELO SECO	11.14	11.32
% DE HUMEDAD	36.18	35.07



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	94.0
Límite Plástico	35.6
Índice Plástico	58.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eloí Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000 <b>CALICATA</b> : C-7 <b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m) <b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : Marzo - 2021
---	--

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10				Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, de consistencia semi compacto en estado húmedo, color anaranjado, con humedad natural de 44.7 %.  Límite Líquido = 94.0 Límite Plástico = 35.6 Índice Plástico = 58.4	CH	A-7-5 (16)
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80	M-2					
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 Eloy Figueres Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5951	6034	6052	6041
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1886	1969	1987	1976
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.002	2.080	2.109	2.096
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.662	1.706	1.694	1.656

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	375.9	380.5	373.4	378.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	312.1	310.6	299.9	299.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	63.8	69.9	73.5	79.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	312.1	310.6	299.9	299.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.44	22.50	24.51	26.56
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.707	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.9

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

E.L. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca'

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 2/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.797 g/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.9 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12432	12262	12129
Peso de molde (gr)	7994	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4438	4229	4014
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.100	2.009	1.901
Humedad (%)	22.59	23.48	23.28
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.713	1.627	1.542
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	285.5	283.5	283.9
Peso del Agua (gr)	64.5	66.5	66.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	285.5	283.5	283.9
Humedad (%)	22.59	23.48	23.28
Promed. de Humedad (%)	22.6	23.5	23.3

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
2/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/03/2021	09:00:00	24	119.0	3.0	2.6	147.0	3.7	3.2	181.0	4.6	3.9
4/03/2021	09:00:00	48	147.0	3.7	3.2	169.0	4.3	3.7	195.0	5.0	4.2
5/03/2021	09:00:00	88	161.0	4.1	3.5	183.0	4.6	4.0	205.0	5.2	4.5
6/03/2021	09:00:00	96	181.0	4.6	3.9	199.0	5.1	4.3	272.0	6.9	5.9

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		4	2			1	1			0	1		
1.270		11	4			3	1			2	1		
1.905		17	5			5	2			4	2		
2.540	70.3	23	7	7.2	10.2	8	3	3.0	4.2	6	2	2.5	3.5
3.810		33	10			14	5			11	4		
5.080	105.5	44	13	13.0	12.3	21	7	6.5	6.2	16	5	4.9	4.7
6.350		53	16			28	9			20	6		
7.620		61	18			34	10			23	7		
10.160		66	20			44	13			28	9		
12.700		78	23			53	16			34	10		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 4634



**INGEONORT S.A.C**

Ingeniería Geotécnica

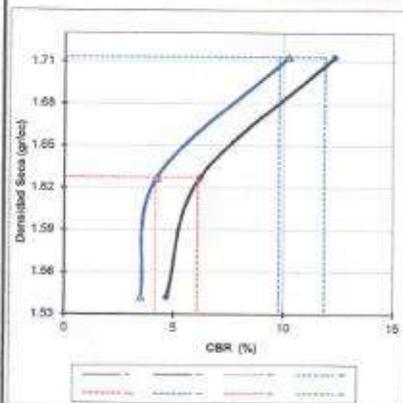
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-7	<b>FECHA</b> : 2/03/2021
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 9.8	0.2": 11.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 4.2	0.2": 6.1

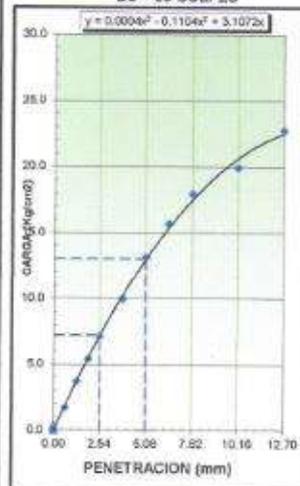
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.707	gr/cc
Optimo Humedad	22.88	%

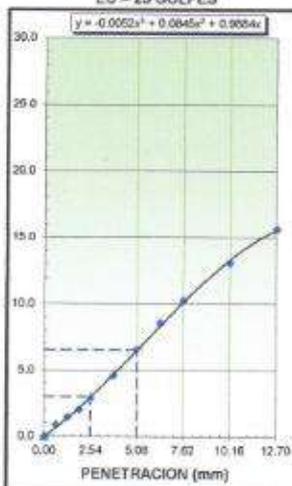
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

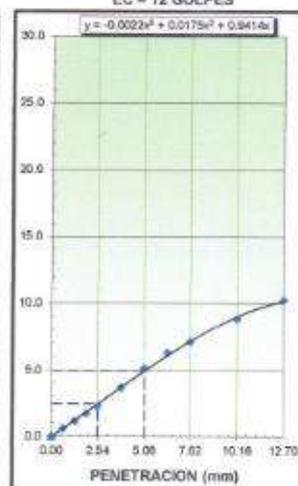
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

**PROYECTO** : \*Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (D+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

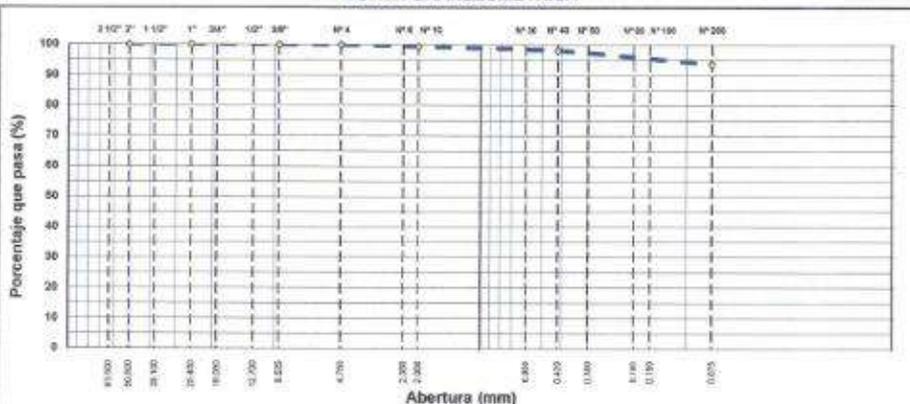
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	550.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	35.1	gr
2"	50.800					Peso fino	=	549.8	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	88.2	%
1"	25.400					Límite plástico	=	34.4	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	53.7	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7.5	(16)
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350				100.0	Max. Dens. Seca	=	1.695	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	0.4	0.1	0.1	99.9	Opt. Cont. Hum.	=	19.35	%
# 6	2.360	0.6	0.1	0.2	99.8	CBR 0.1" (100%)	=	7.7	%
# 10	2.000	1.9	0.3	0.5	99.6	CBR 0.1" (95%)	=	4.8	%
# 30	0.600	3.8	0.7	1.2	98.8	Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	3.1	0.6	1.8	98.2		550.0	35.1	93.6
# 50	0.300	2.4	0.4	2.2	97.8	% Grava	=	0.1	%
# 80	0.180	7.8	1.4	3.8	96.4	% Arena	=	6.3	%
# 100	0.150	5.4	1.0	4.6	95.4	% Fino	=	93.6	%
# 200	0.075	9.7	1.8	6.4	93.6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	514.9	93.6	100.0	0.0		200.0	145.9	37.1%
FINO		549.6				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		550.0				Coef. Curvatura	=	-	1.0
Descripción suelo:						Pot. de Expansión	=	Muy Alto	Compacto

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair R. Flores Pérez*  
E.I. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
Ingeniero Civil  
C.V.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTS E 119 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km.7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : M- 2 (0,10 m - 1,50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

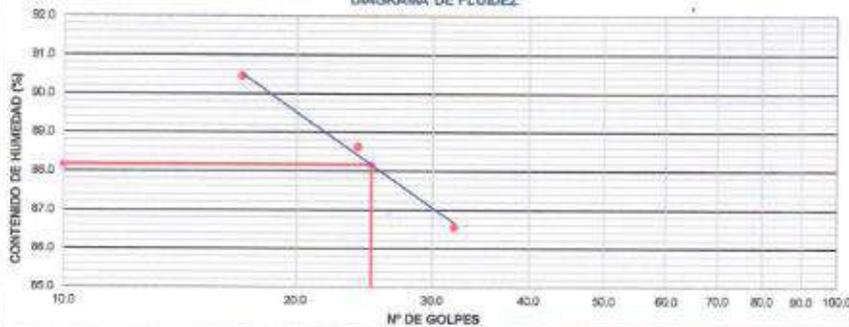
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	36	37	38
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.15	37.68	37.41
TARRO + SUELO SECO	24.67	25.53	24.52
AGUA	12.48	12.15	12.89
PESO DEL TARRO	10.25	11.62	10.27
PESO DEL SUELO SECO	14.42	13.71	14.25
% DE HUMEDAD	86.55	88.62	90.49
N° DE GOLPES	32	24	17

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	39	40
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.13	27.25
TARRO + SUELO SECO	22.88	23.41
AGUA	4.25	3.84
PESO DEL TARRO	10.46	12.33
PESO DEL SUELO SECO	12.42	11.08
% DE HUMEDAD	34.22	34.66

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	88.2
Límite Plástico	34.4
Índice Plástico	53.7

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km.7+000  
CALICATA : C-8  
MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S.)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60		M-2		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, de consistencia semi compacto en estado húmedo, color anaranjado, con humedad natural de 37.1 %.	CH	A-7-5 (16)
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
*Elroy Florés Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**  
MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km.7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5872	5977	5952	5923
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1807	1912	1887	1858
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.918	2.030	2.003	1.972
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.633	1.697	1.647	1.595

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	340.5	334.5	328.9	323.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	59.5	65.5	71.1	76.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	340.5	334.5	328.9	323.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.47	19.58	21.82	23.69
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*E.R. Flores Pérez*  
E.R. Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Bucero Valera*  
José A. Bucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 76244



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 2/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.898 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 19.3 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12286	12084	11949
Peso de molde (gr)	7994	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4272	4051	3834
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.022	1.925	1.815
Humedad (%)	19.45	19.66	19.13
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.693	1.609	1.524
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	293.0	292.5	293.8
Peso del Agua (gr)	57.0	57.5	56.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	293.0	292.5	293.8
Humedad (%)	19.45	19.66	19.13
Promed. de Humedad (%)	19.5	19.7	19.1

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
2/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/03/2021	10:00:00	24	157.0	4.0	3.4	189.0	4.8	4.1	131.0	3.3	2.8
4/03/2021	10:00:00	48	178.0	4.5	3.9	209.0	5.3	4.5	241.0	6.1	5.2
5/03/2021	10:00:00	68	191.0	4.9	4.2	218.0	8.1	6.8	253.0	6.4	5.5
6/03/2021	10:00:00	96	215.0	5.5	4.7	235.0	6.0	5.1	265.0	7.2	6.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		2	1			2	1			0	1		
1.270		6	2			4	2			2	1		
1.905		12	4			6	2			3	1		
2.540	70.3	18	6	5.3	7.6	9	3	3.3	4.7	5	2	2.1	3.0
3.810		28	8			15	5			9	3		
5.080	105.5	32	10	10.1	9.6	22	7	6.7	6.3	14	5	4.5	4.3
6.350		41	12			27	8			18	6		
7.620		49	15			33	10			23	7		
10.160		58	17			40	12			29	9		
12.700		67	20			46	14			34	10		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

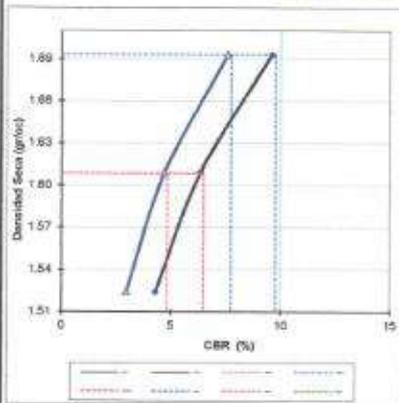
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km.7+000 <b>CALICATA</b> : C-8 <b>MUESTRA</b> : M- 2 (0.10 m - 1.50 m) <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 2/03/2021
--	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 7.7	0.2": 9.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 4.8	0.2": 6.5

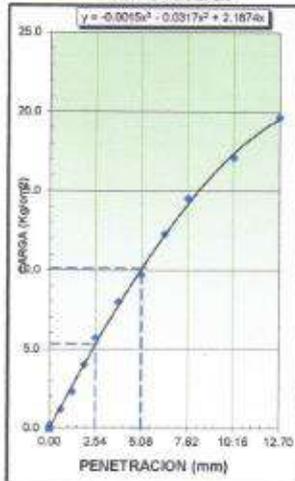
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.698	gr/cc
Optimo Humedad	19.33	%

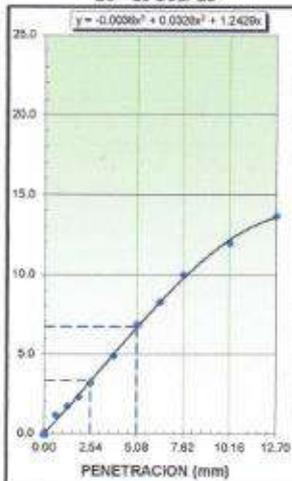
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

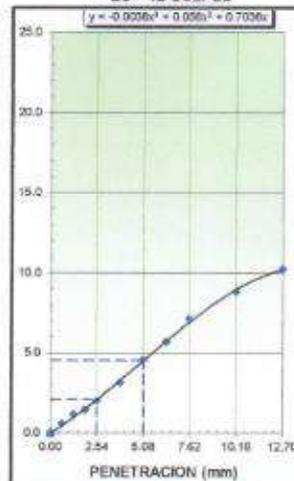
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

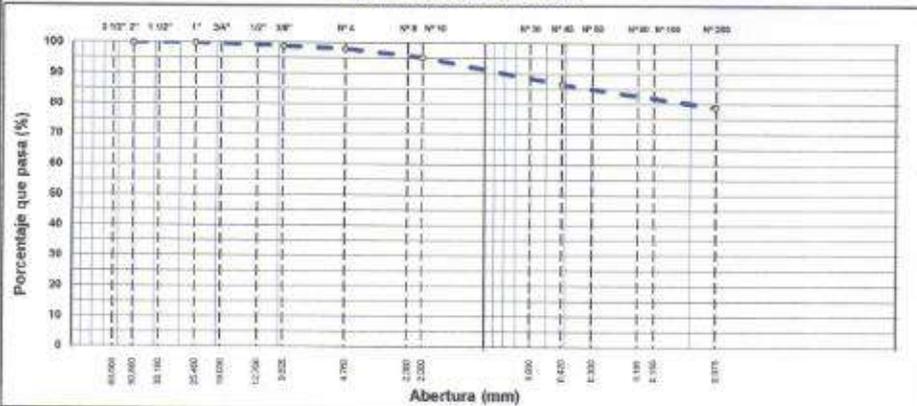
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	759.9 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	160.3 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	744.8 gr	
1 1/2"	38.100					Limite líquido	=	59.3 %	
1"	25.400					Limite plástico	=	32.6 %	
3/4"	19.050				100.0	Indice plástico	=	26.7 %	
1/2"	12.700	5.9	0.8	0.8	99.2	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 (19)	
3/8"	9.525	1.5	0.2	1.0	99.0	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	1.0	99.0	Max. Dens. Seca	=	1.670 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	7.7	1.0	2.0	98.0	Opt. Cont. Hum.	=	21.89 %	
# 8	2.360	7.6	1.0	3.0	97.0	CBR 0.1" (100%)	=	10.0 %	
# 10	2.000	13.7	1.8	4.8	95.2	CBR 0.1" (95%)	=	5.8 %	
# 30	0.800	52.8	6.9	11.7	88.3	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	14.4	1.9	13.6	86.4		759.9	160.3	78.9
# 50	0.300	4.9	0.6	14.3	85.7	% Grava	=	2.0 %	
# 80	0.180	17.4	2.3	16.6	83.4	% Arena	=	19.1 %	
# 100	0.150	8.2	1.1	17.6	82.4	% Fino	=	78.9 %	
# 200	0.075	26.2	3.4	21.1	78.9	% Humedad	P.S.H.	P.S.L.	%
< # 200	FONDO	599.8	78.9	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		744.8				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia
TOTAL		759.9				Coef. Curvatura	=	-	0.9
						Pol. de Expansión	=	-	Compacto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
 Elio Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
 José A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LIMITES DE ATTERBERG  
NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0-000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km. 8+000  
CALICATA : C-9  
MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

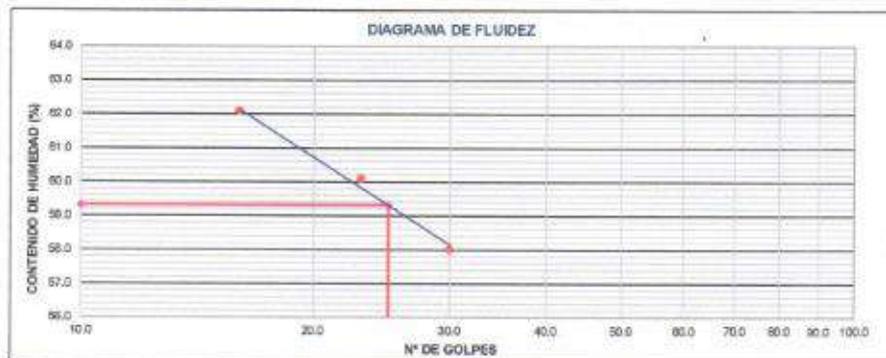
TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	41	42	43
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.18	37.95	36.23
TARRO + SUELO SECO	28.54	28.19	26.21
AGUA	9.64	9.76	10.02
PESO DEL TARRO	11.82	11.95	10.07
PESO DEL SUELO SECO	16.82	16.24	16.14
% DE HUMEDAD	56.00	60.10	62.08
N° DE GOLPES	30	23	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	44	45
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.52	26.38
TARRO + SUELO SECO	22.88	22.81
AGUA	3.64	3.57
PESO DEL TARRO	11.84	11.72
PESO DEL SUELO SECO	11.04	11.09
% DE HUMEDAD	32.97	32.19



Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	59.3
Límite Plástico	32.6
Índice Plástico	26.7

Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair R. Zagarra Flores*  
Ciro Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 36344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km. 8+000  
CALICATA : C-9  
MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
TESISTA : Lello Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80		M-2		Limos inorgánicos de alta plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige oscuro, con humedad natural de 34,5 %.	MH	A-7-5 (19)
0.80				Límite Líquido = 59.3 Límite Plástico = 32.6 Índice Plástico = 26.7		
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
*J. Flores Pérez*  
J. Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.  
*J. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**

**Ingeniería Geotécnica**

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

NTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

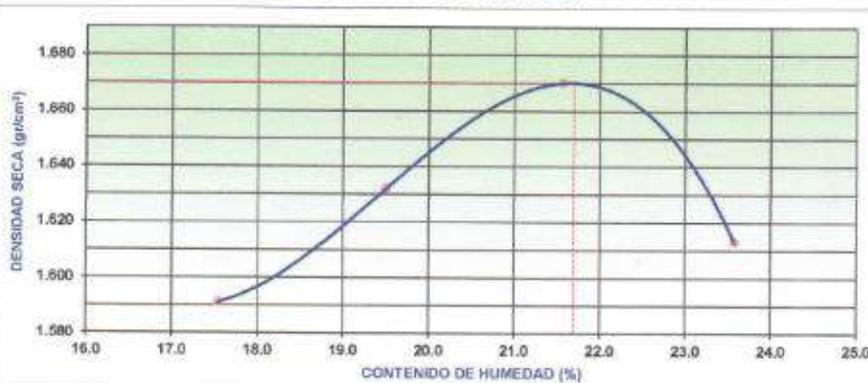
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5827	5902	5977	5943
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1762	1837	1912	1878
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.870	1.950	2.030	1.994
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.591	1.832	1.670	1.813

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	374.0	405.0	370.4	375.8
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	318.2	338.9	304.7	304.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	55.8	66.1	65.7	71.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	318.2	338.9	304.7	304.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.54	19.50	21.56	23.58

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** 1.670 **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 21.7

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76340



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 3/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.670 g/cm<sup>3</sup>

**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 21.7 %

**CAPACIDAD** : 9090 Kg.

**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	26	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12582	12136	11975
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095
Peso del suelo húmedo (gr)	4301	4096	3880
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.031	1.932	1.833
Humedad (%)	21.91	22.08	22.25
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.666</b>	<b>1.583</b>	<b>1.499</b>
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	287.1	286.7	286.3
Peso del Agua (gr)	62.9	63.3	63.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	287.1	286.7	286.3
Humedad (%)	21.91	22.08	22.25
<b>Promed. de Humedad (%)</b>	<b>21.9</b>	<b>22.1</b>	<b>22.3</b>

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
3/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/03/2021	14:00:00	24	91.0	2.3	2.0	117.0	3.0	2.5	151.0	3.8	3.3
5/03/2021	14:00:00	48	117.0	3.0	2.5	149.0	3.8	3.2	165.0	4.2	3.6
6/03/2021	14:00:00	66	130.0	3.3	2.8	153.0	3.9	3.3	175.0	4.4	3.8
7/03/2021	14:00:00	96	131.0	3.3	2.8	158.0	4.0	3.4	232.0	5.9	5.0

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		4	2			2	1			1	1		
1.270		8	3			4	2			3	1		
1.905		15	5			8	3			5	2		
2.540	70.3	22	7	6.9	9.8	11	4	4.0	5.6	9	3	3.2	4.6
3.810		34	10			20	6			15	5		
5.090	105.5	48	14	13.6	12.9	29	9	9.1	8.6	24	7	7.2	6.8
6.350		57	17			40	12			32	10		
7.620		67	20			51	15			38	11		
10.160		81	24			61	18			49	15		
12.700		93	27			72	21			61	18		

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 T.S. LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
 T.S. INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 71344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carreters Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

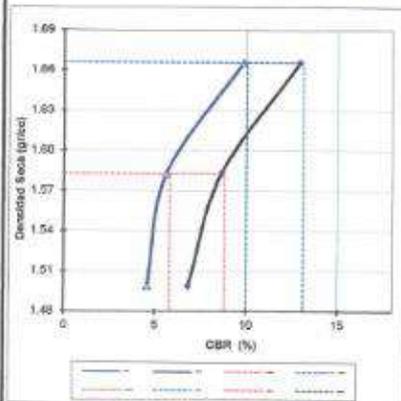
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 3/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	10.0	0.2":	13.1
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1":	5.8	0.2":	8.8

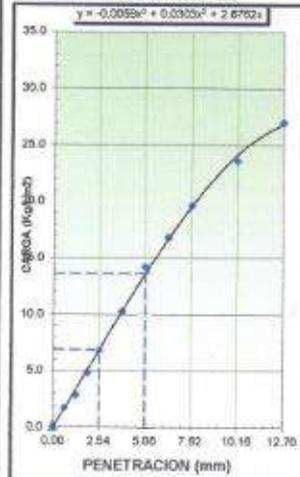
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.670	g/cc
Óptimo Humedad	21.69	%

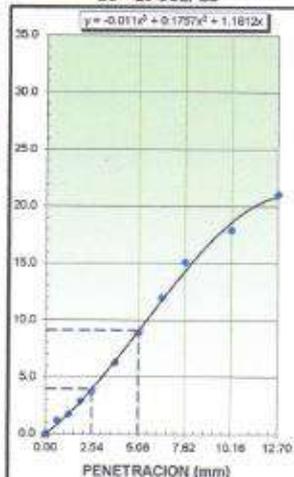
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

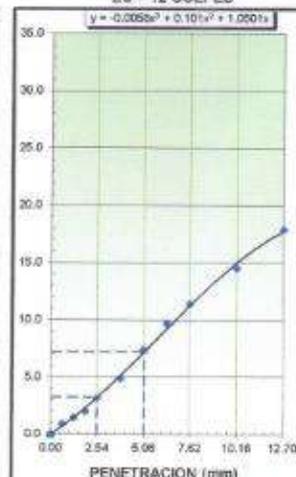
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jorge A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MUESTRA** : M- 2 (0,10 m - 1,50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

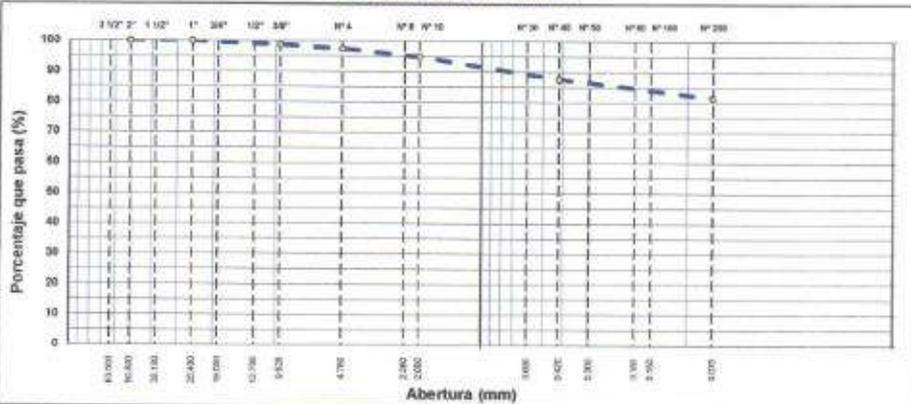
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	860.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	159.3 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	838.8 gr	
1 1/2"	38.100					Limite líquido	=	58.6 %	
1"	25.400					Limite plástico	=	33.2 %	
3/4"	19.050					Índice plástico	=	23.4 %	
1/2"	12.700	7.1	0.8	0.8	99.2	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 (16)	
3/8"	9.525	3.1	0.4	1.2	98.8	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	1.2	98.8	Max. Dens. Seca	=	1.665 (g/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.760	11.2	1.3	2.5	97.5	Opt. Cont. Hum.	=	23.34 %	
# 8	2.360	9.2	1.1	3.6	96.4	CBR 0.1" (100%)	=	8.9 %	
# 10	2.000	13.5	1.6	5.1	94.9	CBR 0.1" (95%)	=	6.5 %	
# 30	0.800	44.8	5.2	10.3	89.7	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	17.5	2.0	12.4	87.6		860.0	190.3	81.5
# 50	0.300	8.1	0.9	13.3	86.7	% Grava	=	2.5 %	
# 80	0.180	15.2	1.8	15.1	84.9	% Arena	=	16.0 %	
# 100	0.150	7.9	0.9	16.0	84.0	% Fino	=	81.5 %	
# 200	0.075	21.7	2.5	18.5	81.5	% Humedad	P.S.H.	P.S.S	%
< # 200	FONDO	700.7	81.5	100.0	0.0		200.0	151.6	31.9%
FINO		838.8				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		860.0				Coef. Curvatura	-		1.1
						Por. de Expansión	-		Estable

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
**Katy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
**Jair A. Zegarra Flores**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-99 Y T-92

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MUESTRA** : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.23	37.65	37.44
TARRO + SUELO SECO	27.71	27.74	27.41
AGUA	9.52	9.91	10.03
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.38	17.55	17.12
% DE HUMEDAD	54.78	56.47	58.59
N° DE GOLPES	33	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.32	27.54
TARRO + SUELO SECO	23.10	23.17
AGUA	4.22	4.37
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.95	12.92
% DE HUMEDAD	32.59	33.82



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	56.6
Límite Plástico	33.2
Índice Plástico	23.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE CALICATA**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-10	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	
<b>TESISTA</b> : Leña Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.10						
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60		M-2		Limos inorgánicos de alta plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige, con humedad natural de 31.9 %.  Límite Líquido = 56.6 Límite Plástico = 33.2 Índice Plástico = 23.4	MH	A-7-5 (16)
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacebamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MUESTRA** : M- 2 (0,10 m - 1,50 m)

**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5827	5925	6000	5931
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1762	1860	1935	1866
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.870	1.975	2.054	1.981
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.588	1.628	1.665	1.580

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	334.9	329.3	324.3	318.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	65.1	70.7	75.7	81.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	334.9	329.3	324.3	318.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.44	21.47	23.34	25.39

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.665      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 23.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elo. Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Luque Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 192 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 3/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.655 g/cm<sup>3</sup>  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 23.3 %

**CAPACIDAD** : 4000 Kg.  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	6	5	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12640	12258	12120
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4305	4096	3890
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.043	1.943	1.843
Humedad (%)	23.20	23.37	23.54
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.658</b>	<b>1.575</b>	<b>1.492</b>
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	284.1	283.7	283.3
Peso del Agua (gr)	65.9	66.3	66.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	284.1	283.7	283.3
Humedad (%)	23.20	23.37	23.54
<b>Promed. de Humedad (%)</b>	<b>23.2</b>	<b>23.4</b>	<b>23.6</b>

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
3/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/03/2021	15:00:00	24	81.0	2.1	1.8	118.0	3.0	2.6	151.0	3.8	3.3
5/03/2021	15:00:00	48	112.0	2.8	2.4	139.0	3.5	3.0	167.0	4.2	3.6
6/03/2021	15:00:00	88	131.0	3.3	2.8	154.0	3.8	3.3	178.0	4.5	3.9
7/03/2021	15:00:00	96	151.0	3.8	3.3	190.0	4.8	4.1	227.0	5.8	4.9

**PENETRACION**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		3	1			2	1			1	1		
1.270		5	2			6	2			3	1		
1.905		12	4			10	3			5	2		
2.540	70.3	19	6	6.1	8.7	12	4	4.4	6.3	7	3	2.9	4.1
3.810		31	9			22	7			13	4		
5.080	105.5	45	13	12.5	11.9	30	9	9.0	9.1	20	6	6.3	6.0
6.350		54	16			42	13			28	9		
7.620		64	19			51	15			34	10		
10.160		78	23			63	19			41	12		
12.700		95	28			74	22			50	15		

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Luque Valero*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 9+000

CALICATA : C-10

MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)

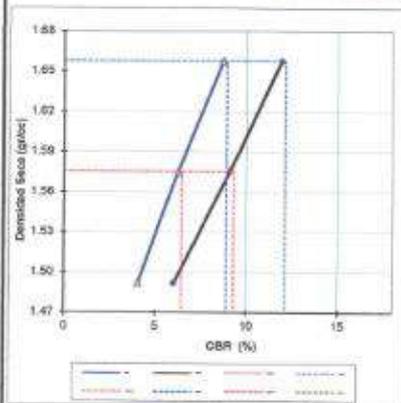
TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : 3/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	8.9	0.2":	12.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	6.5	0.2":	9.3

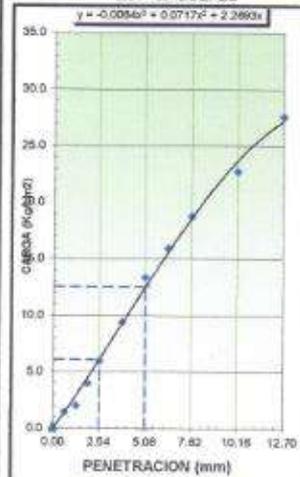
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.665	gr/cc
Óptimo Humedad	23.34	%

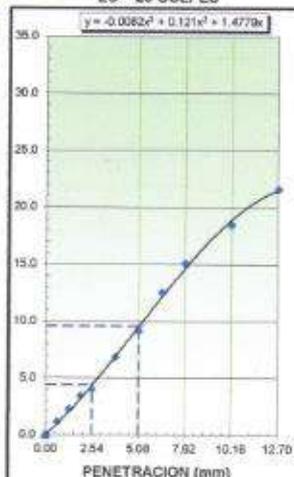
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

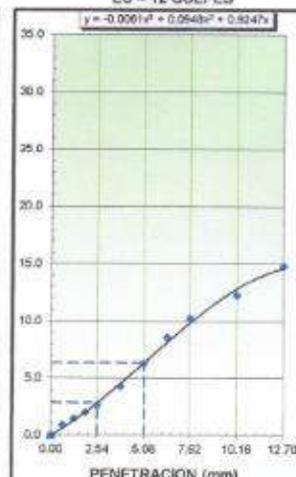
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Elis Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MUESTRA** : M-2 (0,10 m - 1,50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Begura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

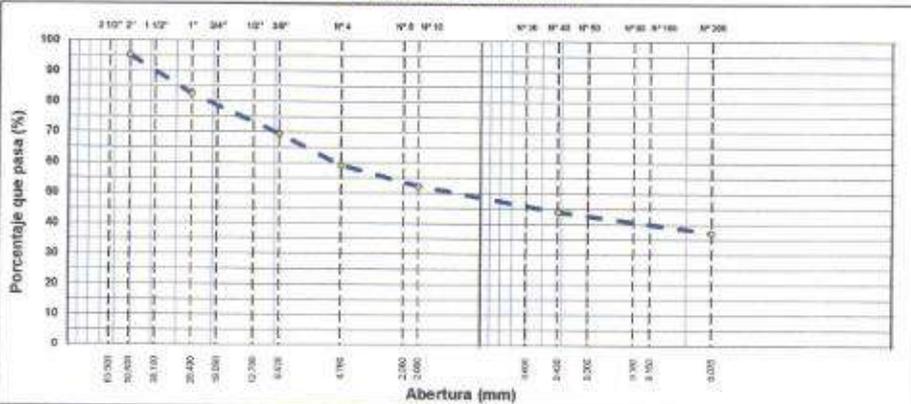
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.126,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	3851,8	gr
2"	50.800	291,0	4,8	4,8	95,3	Peso fino	=	537,5	gr
1 1/2"	38.100	495,0	8,1	12,8	87,2	Limite liquido	=	46,9	%
1"	25.400	285,0	4,7	17,5	82,5	Limite plastico	=	24,1	%
3/4"	19.050	238,0	3,9	21,4	78,6	Indice plastico	=	22,6	%
1/2"	12.700	374,0	6,1	27,5	72,5	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(3)
3/8"	9.525	192,0	3,1	30,6	69,4	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	30,6	69,4	Max. Derr. Seca	=	1.844	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	627,0	10,2	40,9	59,2	Opt. Cont. Hum.	=	15,20	%
# 8	2.360	34,5	0,6	44,7	55,4	CBR 0.1" (100%)	=	25,0	%
# 10	2.000	27,3	0,4	47,7	52,4	CBR 0.1" (95%)	=	18,4	%
# 30	0.800	59,5	1,0	54,2	45,8	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	15,6	0,3	55,9	44,1		6126,0	3851,8	37,1
# 50	0.300	4,9	0,1	56,5	43,5	% Grava	=	40,9	%
# 80	0.180	17,3	0,3	58,4	41,6	% Arena	=	22,0	%
# 100	0.150	8,8	0,1	59,3	40,7	% Fino	=	37,1	%
# 200	0.075	32,3	0,5	62,9	37,1	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	337,3	5,5	100,0	0,0		236,7	200,0	18,4%
<b>FRACCIÓN</b>		537,5				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		6.126,0				Coef. Curvatura	=	-	1,3
<b>Descripción suelo:</b>						Pot. de Expansión	=	Medio	Estable

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*J. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. N° 18344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 90

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 10+000

CALICATA : C-11

MUESTRA : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

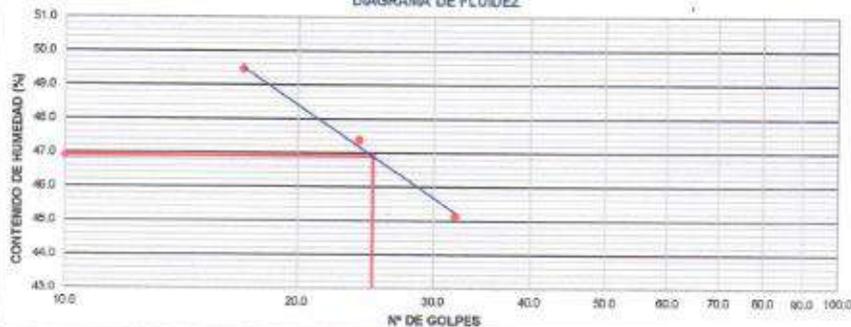
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.13	36.24	36.39
TARRO + SUELO SECO	28.03	27.85	27.71
AGUA	8.10	8.39	8.68
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	17.85	17.71	17.55
% DE HUMEDAD	45.13	47.37	49.46
N° DE GOLPES	32	24	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.41	25.37
TARRO + SUELO SECO	22.48	22.39
AGUA	2.93	2.98
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.29	12.23
% DE HUMEDAD	23.84	24.37

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	46.9
Límite Plástico	24.1
Índice Plástico	22.8

Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Tenorio Segura*  
J. Tenorio Segura Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.O.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mechicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE GALICATA**

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km. 10+000  
CALICATA : C-11  
MUESTRA : M-2 (0.10 m - 1.50 m)  
TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	CLASIFICACION	
					(S.U.C.S)	(AASHTO)
0.00						
0.10		M-1		Material contaminado con residuos orgánicos		
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80		M-2		Grava arcillosa de mediana plasticidad, de consistencia compacto en estado húmedo, color beige, con humedad natural de 18.4 %  Límite Líquido = 46.9 Límite Plástico = 24.1 Índice Plástico = 22.8	GC	A-7-6 (3)
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Observ.- No se encontró el nivel de la napa freática.

INGEONORT S.A.C.  
*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Nalera*  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**  
MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

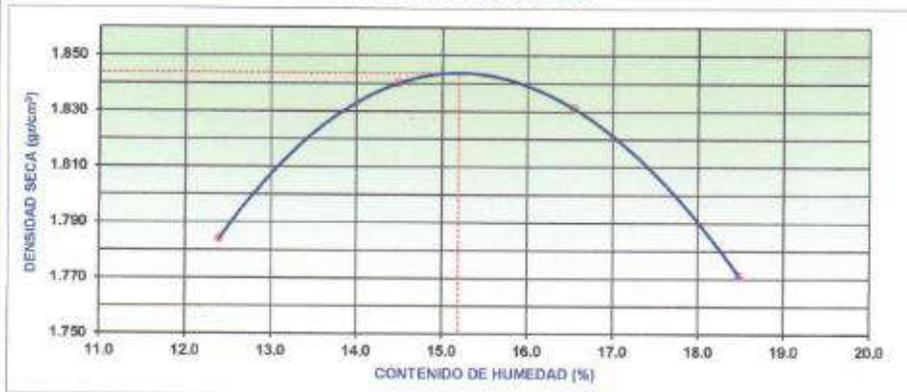
**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10945	11190	11219	11142
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4238	4453	4512	4435
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.005	2.108	2.134	2.098
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.840	1.831	1.771

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	368.1	368.1	370.5	373.1
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	327.5	321.5	317.9	314.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	40.8	46.6	52.6	58.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	327.5	321.5	317.9	314.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.40	14.49	16.55	18.48
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.844	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.2

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jose A. Nucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1981 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MUESTRA** : M- 2 (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 3/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.844 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.2 %

CAPACIDAD : 8000 Kg

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	9	8	7
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12802	12299	12316
Peso de molde (gr)	8103	8046	8287
Peso del suelo húmedo (gr)	4499	4253	4029
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.127	2.007	1.904
Humedad (%)	17.65	16.86	17.02
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.717	1.627
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	297.5	299.5	299.1
Peso del Agua (gr)	52.5	50.5	50.9
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	297.5	299.5	299.1
Humedad (%)	17.65	16.86	17.02
Promed. de Humedad (%)	17.7	16.9	17.0

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
3/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/03/2021	11:00:00	24	125.0	3.2	2.7	131.0	3.3	2.8	135.0	3.4	2.9
5/03/2021	11:00:00	48	135.0	3.4	2.9	151.0	3.6	3.3	156.0	4.0	3.4
6/03/2021	11:00:00	88	156.0	4.0	3.4	176.0	4.5	3.8	185.0	4.7	4.0
7/03/2021	11:00:00	96	167.0	4.2	3.6	188.0	4.6	4.1	201.0	5.1	4.4

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	5			7	3			5	2		
1.270		30	9			17	5			16	5		
1.905		40	12			27	8			27	8		
2.540	70.3	63	16	15.8	22.4	39	12	11.2	16.0	36	11	10.8	15.3
3.810		73	21			54	18			53	18		
5.080	105.5	96	28	28.1	26.7	73	21	21.1	20.0	66	19	19.6	18.6
6.350		115	33			88	26			81	24		
7.620		135	39			103	30			94	27		
10.160		148	43			120	35			105	30		
12.700		168	49			137	40			120	35		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Lucero Valera*  
 J. A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

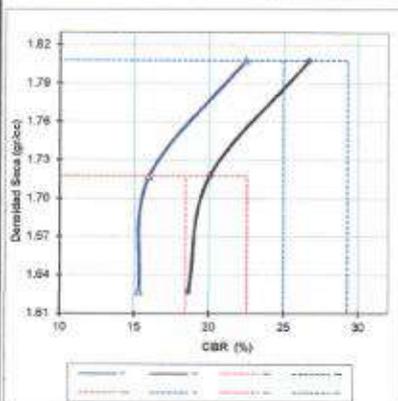
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>CALICATA</b> : C-11	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>MUESTRA</b> : M-2 (0.10 m - 1.50 m)	<b>FECHA</b> : 3/03/2021
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 25.0	0.2": 29.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 18.4	0.2": 22.5

#### Datos del Proctor

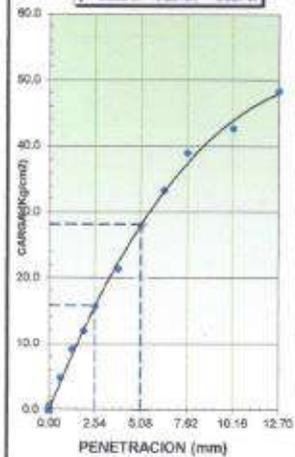
Max Dens. Seca	1.844	gr/cc
Óptimo Humedad	15.20	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

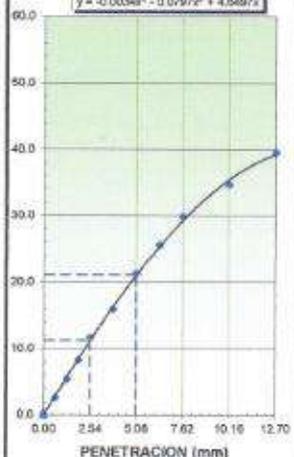
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0034x^2 - 0.2013x + 5.9274x$$



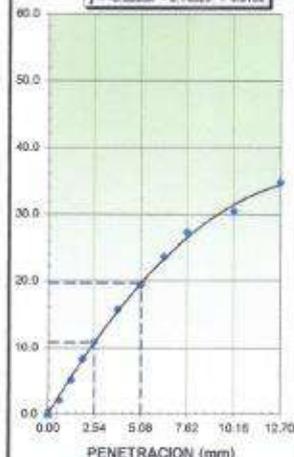
#### EC = 25 GOLPES

$$y = -0.0004x^2 - 0.0797x + 4.5687x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = -0.0003x^2 - 0.1462x + 4.6153x$$



INGEONORT S.A.C.

Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344

Suelo natural más cal.



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

---

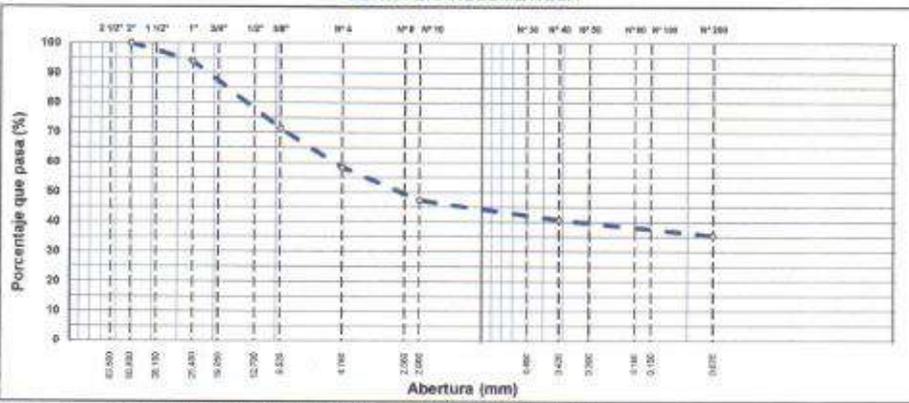
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000 <b>CALICATA</b> : C-1 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal <b>TESISTA</b> : Lelis Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : Marzo - 2021
---	--

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pass	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso total = 5.915.0 gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado = 3817.2 gr
2"	50.800				100.0	Peso fino = 538.9 gr
1 1/2"	38.100	112.0	1.9	1.9	98.1	Límite líquido = 35.4 %
1"	25.400	244.0	4.1	6.0	94.0	Límite plástico = 27.3 %
3/4"	19.050	392.0	6.6	12.7	87.4	Índice plástico = 6.1 %
1/2"	12.700	556.0	9.4	22.1	78.0	Clasif. AASHTO = A-2-4 0
3/8"	9.525	391.0	6.6	28.7	71.3	Clasif. SUCCS = GM
1/4"	6.350	0.0	0.0	28.7	71.3	Max. Dens. Seca = 1.891 (gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	787.0	13.0	41.8	58.4	Opt. Cont. Hum. = 12.41 %
# 8	2.380	78.2	8.5	50.1	49.9	CBR 0.1" (100%) = 36.2 %
# 10	2.000	24.3	2.6	52.7	47.3	CBR 0.1" (95%) = 30.7 %
# 30	0.600	44.8	4.9	57.8	42.4	Ensayo Mide #200
# 40	0.420	16.4	1.8	59.4	40.6	P.S. Seca = 5915.0
# 50	0.300	7.5	0.8	60.2	39.8	P.S. Lavado = 3817.2
# 80	0.180	15.6	1.7	61.9	38.1	% Grava = 41.8 %
# 100	0.150	9.7	1.1	62.9	37.1	% Arena = 22.9 %
# 200	0.075	15.0	1.6	64.5	35.5	% Fino = 35.5 %
< # 200	FONDO	327.4	35.5	100.0	0.0	% Humedad = P.S.H. P.S.S. %
FRACCIÓN		538.9				Coef. Uniformidad = Índice de Consistencia
TOTAL		5,915.0				Coef. Coesivida
Descripción suelo:						Pol. de Expansión

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



**INGEONORT S.A.C.**  
Lelis Tenorio Segura  
LABORATORISTA



**INGEONORT S.A.C.**  
José A. Zucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.12	38.79	38.45
TARRO + SUELO SECO	31.04	31.16	30.64
AGUA	7.08	7.63	7.81
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	20.71	20.97	20.35
% DE HUMEDAD	34.19	36.39	38.38
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	27.48
TARRO + SUELO SECO	23.86	23.80
AGUA	3.78	3.68
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	13.71	13.55
% DE HUMEDAD	27.57	27.01



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	35.4
Límite Plástico	27.3
Índice Plástico	8.1

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jose A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

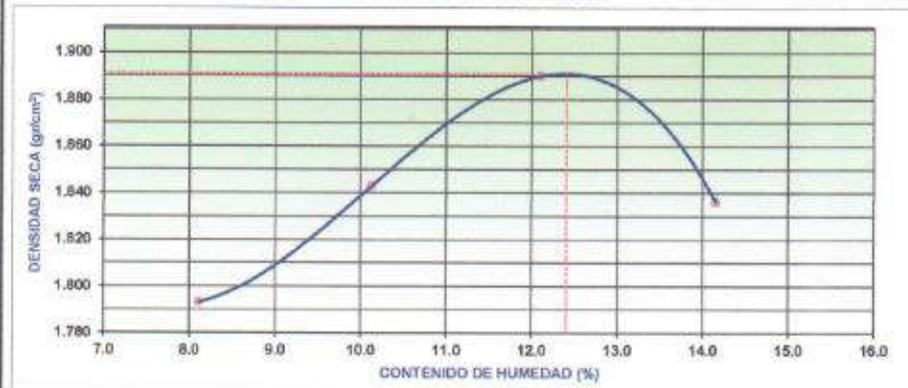
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10805	10998	11188	11137
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4098	4291	4479	4430
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.939	2.030	2.119	2.096
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.793	1.843	1.890	1.836

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	370.0	363.2	356.8	350.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	30.0	36.8	43.2	49.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	370.0	363.2	356.8	350.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.11	10.13	12.11	14.16
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.891	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Bucera Valera*  
José A. Bucera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 0+000.

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 5/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.891 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.4 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12771	12304	12132
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095
Peso del suelo húmedo (gr)	4490	4264	4037
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.120	2.011	1.907
Humedad (%)	12.29	12.14	12.22
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.888	1.793	1.699
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	311.7	312.1	311.9
Peso del Agua (gr)	38.3	37.9	38.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	311.7	312.1	311.9
Humedad (%)	12.29	12.14	12.22
Promed. de Humedad (%)	12.3	12.1	12.2

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hc.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/03/2021	08:00:00	24	95.0	2.4	2.1	108.0	2.7	2.3	116.0	2.9	2.5
7/03/2021	08:00:00	48	110.0	2.6	2.4	120.0	3.0	2.6	107.0	2.7	2.3
8/03/2021	08:00:00	88	117.0	3.0	2.5	131.0	3.3	2.8	148.0	3.8	3.2
9/03/2021	08:00:00	90	125.0	3.2	2.7	142.0	3.6	3.1	160.0	4.1	3.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		25	8			17	5			14	5		
1.270		49	15			36	11			34	10		
1.905		73	21			56	17			51	15		
2.540	70.3	86	25	25.4	36.1	76	22	21.4	30.5	68	20	19.8	27.8
3.810		117	34			103	30			94	27		
5.080	105.5	149	43	43.9	41.6	130	38	37.5	35.5	114	33	33.2	31.5
6.350		178	51			153	44			134	39		
7.620		207	59			171	49			147	42		
10.160		239	69			203	58			165	47		
12.700		279	80			229	66			180	52		

INGEONORT S.A.C.

*[Firma]*  
 Elio Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*[Firma]*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P.R. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

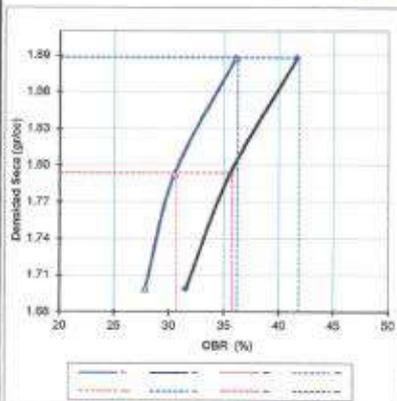
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000 <b>CALCATA</b> : C-1 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeqarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 5/03/2021
--	---

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	36.2	0.2":	41.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	30.7	0.2":	35.8

#### Datos del Proctor

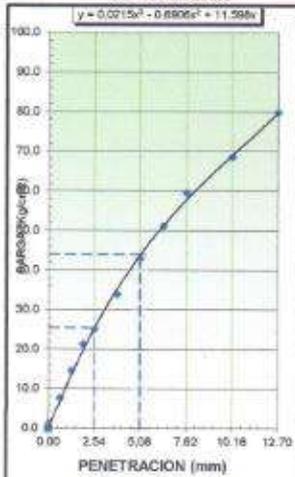
Max. Dens. Seca	1.891	gr/cc
Óptimo Humedad	12.41	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

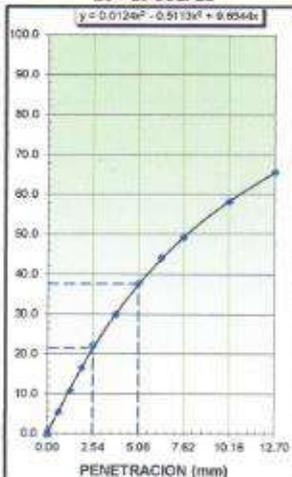
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0215x^2 - 0.6906x + 11.595x$$



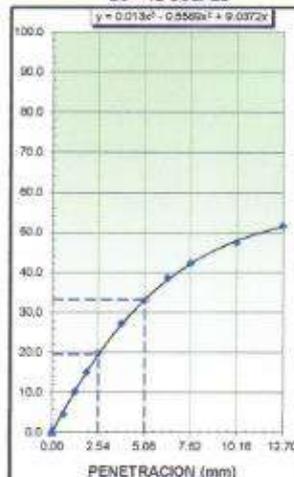
#### EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0124x^2 - 0.5113x + 9.6544x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = 0.013x^2 - 0.5582x + 9.0372x$$



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zeqarra Flores*  
Jair R. Zeqarra Flores  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

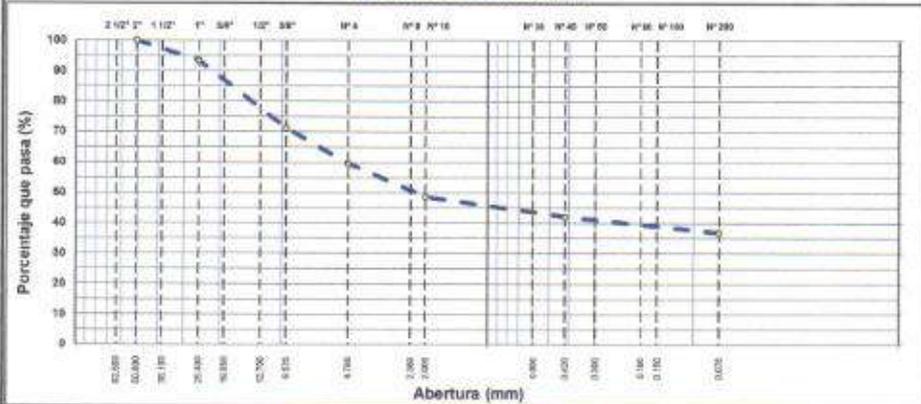
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	78.200					Peso total	=	6.025.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3601.2	gr
2"	50.800				100.0	Peso fino	=	620.1	gr
1 1/2"	38.100	127.0	2.1	2.1	97.9	Limite liquido	=	31.4	%
1"	25.400	287.0	4.4	6.5	93.5	Limite plastico	=	25.4	%
3/4"	19.050	345.0	5.7	12.3	87.7	Indice plastico	=	6.0	%
1/2"	12.700	521.0	8.7	20.9	79.1	Clasif. AASHTO	=	A-4	0
3/8"	9.525	475.0	7.9	28.8	71.2	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0.0	0.0	28.8	71.2	Max. Dens. Seca	=	1.868	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	698.0	11.6	40.4	59.6	Opt. Cont. Hum.	=	11.51	%
# 8	2.360	63.7	7.3	47.7	52.3	CBR 0.1" (100%)	=	43.1	%
# 10	2.000	31.2	3.6	51.3	48.7	CBR 0.1" (95%)	=	36.3	%
# 30	0.600	34.5	4.0	55.2	44.8	Ensayo Malta #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	22.7	2.6	57.8	42.2		6025.0	3601.2	36.9
# 50	0.300	11.4	1.3	59.1	40.9	% Grava	=	40.4	%
# 80	0.180	12.4	1.4	60.6	39.5	% Arena	=	22.7	%
# 100	0.150	11.3	1.3	61.9	38.2	% Fino	=	36.9	%
# 200	0.075	10.9	1.2	63.1	36.9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	322.0	36.9	100.0	0.0				
FRACCIÓN		520.1				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		6,025.0				Coef. Curvatura	=		
						Pot. de Expansión	=		

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José A. Durero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-69 Y T-96

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos; carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 0+000

CALICATA : C-1

MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal

TESISTA : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

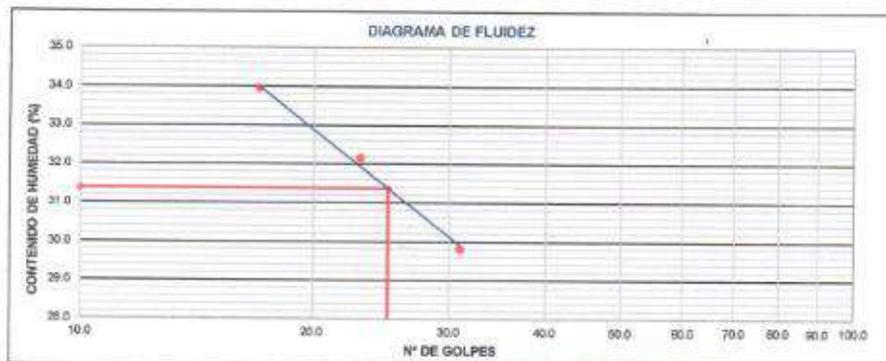
FECHA : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.78	36.12	36.44
TARRO + SUELO SECO	30.85	29.80	29.78
AGUA	6.13	6.32	6.66
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.57	19.66	19.62
% DE HUMEDAD	29.80	32.15	33.94
N° DE GOLPES	31	23	17

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.34	26.49
TARRO + SUELO SECO	23.00	23.25
AGUA	3.34	3.24
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.81	13.09
% DE HUMEDAD	26.07	24.75



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	31.4
Límite Plástico	25.4
Índice Plástico	6.0

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Bucardo Valera*  
José A. Bucardo Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**  
MTG B 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : 'Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca'

**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : 'A'  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

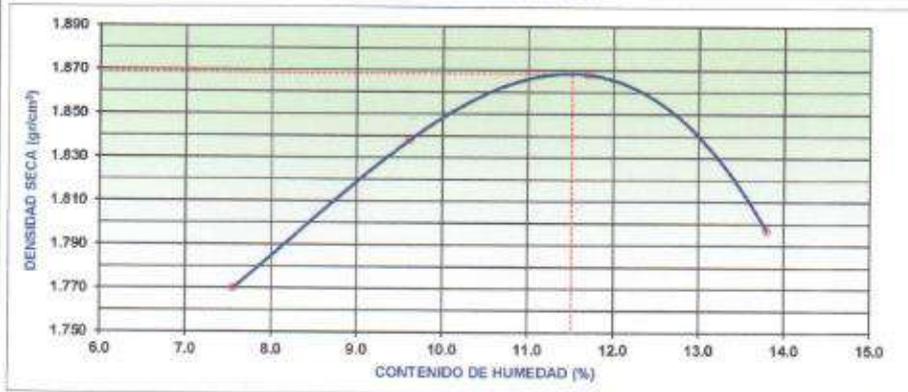
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10732	10966	11119	11031
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4025	4259	4412	4324
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.904	2.015	2.087	2.045
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.838	1.868	1.797

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	371.9	364.9	358.1	351.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	28.1	35.1	41.9	48.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	371.9	364.9	358.1	351.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.56	9.62	11.70	13.80

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.868      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 11.5

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ejey Flores Pérez*  
Ejey Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 5/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.888 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.5 %

CAPACIDAD : 8000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	6	5	4
Molde N°	6	5	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12700	12323	12163
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4365	4184	3933
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.072	1.975	1.884
Humedad (%)	11.15	11.54	11.11
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.884	1.771	1.678
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	314.9	313.8	315.0
Peso del Agua (gr)	35.1	36.2	35.0
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	314.9	313.8	315.0
Humedad (%)	11.15	11.54	11.11
Promed. de Humedad (%)	11.2	11.5	11.1

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/03/2021	09:00:00	24	81.0	2.1	1.8	94.0	2.4	2.0	102.0	2.9	2.2
7/03/2021	09:00:00	48	95.0	2.4	2.1	105.0	2.7	2.3	93.0	2.4	2.0
8/03/2021	09:00:00	88	101.0	2.8	2.2	116.0	2.9	2.5	134.0	3.4	2.9
9/03/2021	09:00:00	96	112.0	2.8	2.4	128.0	3.3	2.8	145.0	3.7	3.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		35	11			25	8			20	6		
1.270		59	17			47	14			45	13		
1.905		85	25			66	19			66	19		
2.540	70.3	106	31	30.1	42.8	88	26	25.3	36.0	88	26	24.5	34.8
3.810		137	40			119	34			116	34		
5.080	105.5	169	49	50.1	47.5	150	43	43.0	40.7	134	39	39.5	37.5
6.350		198	57			173	50			154	44		
7.620		227	65			191	55			167	48		
10.160		259	74			223	64			195	58		
12.700		295	84			249	71			216	62		

INGEONORT S.A.C.

*Elys Flóres Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jairo A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

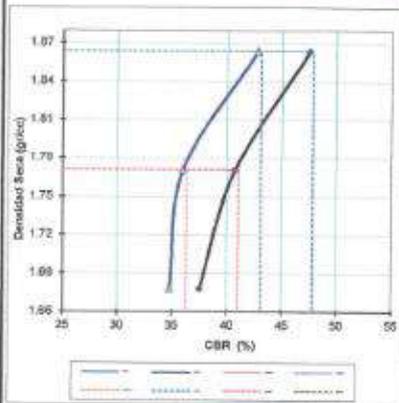
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000 <b>CALICATA</b> : C-1 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 5% de cal <b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 5/03/2021
---	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	43.1	0.2":	47.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	36.3	0.2":	41.0

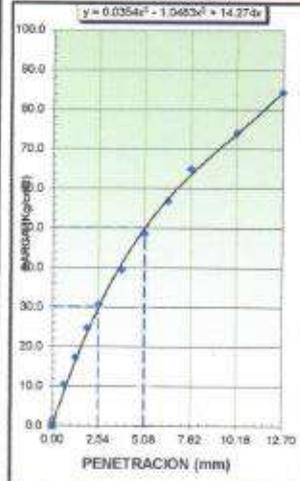
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.868	gr/cc
Óptimo Humedad	11.51	%

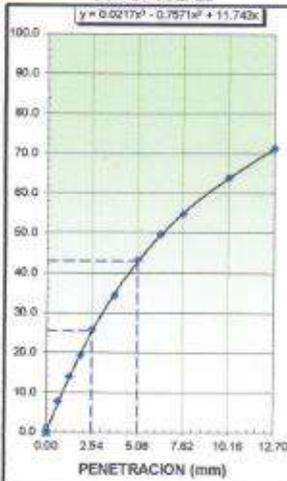
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

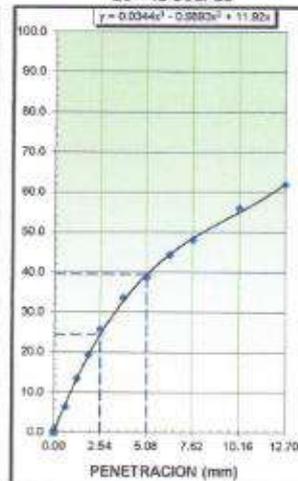
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
 José A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635678

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-85

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural +7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

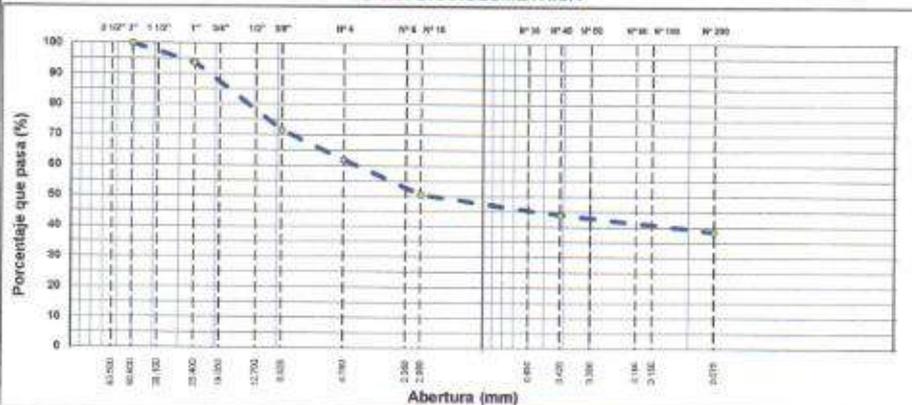
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					Peso total	=	8.500,0	gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3992,0	gr	
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	500,5	gr	
1 1/2"	38.100	96,0	1,5	1,5	98,5	Límite líquido	=	27,8	%	
1"	25.400	315,0	4,9	6,4	93,6	Límite plástico	=	23,3	%	
3/4"	19.050	278,0	4,3	10,8	89,4	Índice plástico	=	4,5	%	
1/2"	12.700	589,0	9,1	19,7	80,3	Clasif. AASHTO	=	A-4	1	
3/8"	9.525	564,0	8,7	28,4	71,6	Clasif. SUCCS	=	GM		
1/4"	6.350	0,0	0,0	28,4	71,6	Max. Dens. Seca	=	1.848	(gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.760	634,0	9,8	38,1	61,9	Cpt. Cont. Hum.	=	11,30	%	
# 8	2.360	55,6	6,9	45,0	55,0	CBR 0,1" (100%)	=	38,0	%	
# 10	2.000	36,5	4,5	49,5	50,5	CBR 0,1" (95%)	=	32,8	%	
# 30	0.600	27,4	3,4	52,9	47,1	Ensayo Malis #200	P. S. Seco	8500,0	P. S. Lavado	% 200
# 40	0.420	25,4	3,1	56,0	44,0			3992,0		38,6
# 50	0.300	8,5	1,1	57,1	42,9	% Grava	=	38,1	%	
# 80	0.180	14,1	1,7	58,8	41,2	% Arena	=	23,3	%	
# 100	0.150	8,6	1,1	59,9	40,1	% Fino	=	38,6	%	
# 200	0.075	12,3	1,5	61,4	38,6	% Humedad	P. S. H.		P. S. G.	%
< # 200	FONDO	312,1	38,6	100,0	0,0					
FRACCIÓN		500,5				Coef. Uniformidad	=			Índice de Consistencia
TOTAL		6.500,0				Coef. Curvatura	=			
						Pot. de Expansión	=			

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
Flora Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LIMITES DE ATTERBERG

MTG E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural +7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

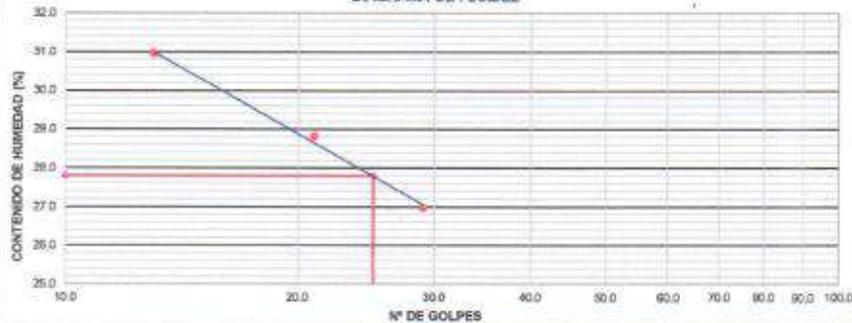
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.01	39.31	39.17
TARRO + SUELO SECO	32.88	32.81	32.75
AGUA	6.13	6.50	6.42
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	22.74	22.56	20.74
% DE HUMEDAD	26.96	28.81	30.95
N° DE GOLPES	29	21	13

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	27.33
TARRO + SUELO SECO	24.60	24.45
AGUA	2.94	2.88
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	12.34	12.23
% DE HUMEDAD	23.81	23.55

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	27.8
Límite Plástico	23.3
Índice Plástico	4.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Zagarra Valero*  
**José A. Zagarra Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**  
MTC E 156 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural +7% de cal  
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

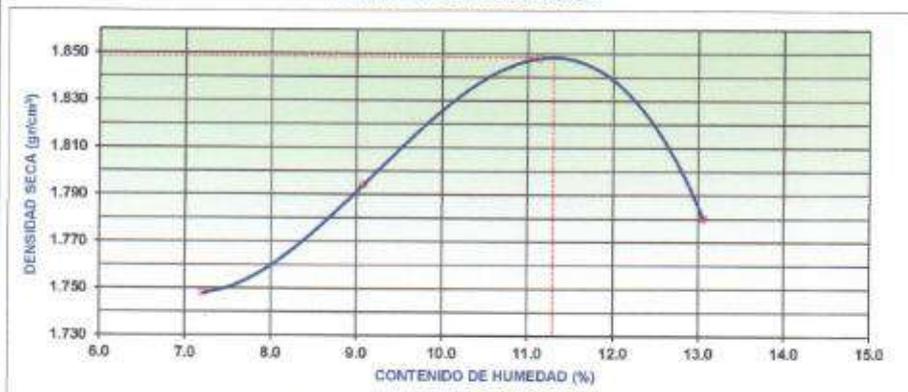
**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10669	10845	11050	10962
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3962	4138	4343	4255
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.874	1.957	2.054	2.013
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.746	1.794	1.846	1.780

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	373.1	368.7	359.9	353.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	26.9	33.3	40.1	46.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	373.1	368.7	359.9	353.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.21	9.08	11.14	13.06
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.848	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flóres Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucard Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural +7% de cal

**TESISTA** : Leifa Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 5/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.848 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.3 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	9	8	7
Molde N°	9	8	7
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12451	12189	12205
Peso de molde (gr)	8103	8046	8287
Peso del suelo húmedo (gr)	4348	4143	3918
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.056	1.955	1.852
Humedad (%)	11.54	11.68	11.64
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.843	1.791	1.659
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	313.8	313.4	313.5
Peso del Agua (gr)	36.2	36.6	36.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	313.8	313.4	313.5
Humedad (%)	11.54	11.68	11.64
Promed. de Humedad (%)	11.5	11.7	11.6

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/03/2021	10:00:00	0	60.0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0
6/03/2021	10:00:00	24	67.0	1.7	1.5	79.0	2.0	1.7	87.0	2.2	1.9
7/03/2021	10:00:00	48	60.0	2.0	1.7	91.0	2.3	2.0	75.0	1.9	1.6
8/03/2021	10:00:00	88	86.0	2.2	1.9	102.0	2.6	2.2	119.0	3.0	2.6
9/03/2021	10:00:00	96	95.0	2.4	2.1	114.0	2.9	2.5	131.0	3.3	2.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		45	13			32	10			29	9		
1.270		69	20			53	16			49	15		
1.905		88	26			76	22			66	19		
2.540	70.3	106	31	30.8	43.8	101	29	28.2	40.1	83	24	24.1	34.3
3.810		137	40			129	37			109	32		
5.080	105.5	164	47	49.9	47.3	156	45	44.8	42.5	130	38	38.4	36.4
6.350		193	55			172	49			149	43		
7.620		223	64			188	54			162	47		
10.160		264	73			220	63			185	53		
12.700		289	83			248	71			207	59		

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
 Eduar Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural +7% de cal

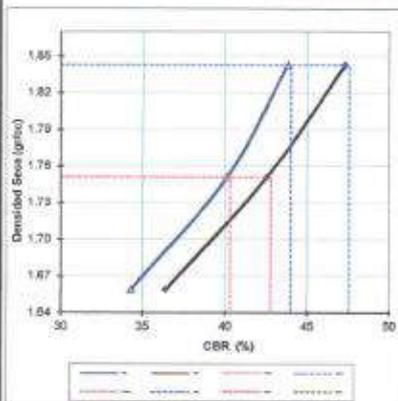
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 5/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 44.0	0.2": 47.6
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 40.3	0.2": 42.8

#### Datos del Proctor

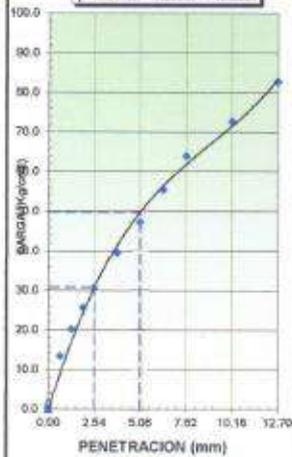
Max. Dens. Seca	1.848	gr/cc
Óptimo Humedad	11.30	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

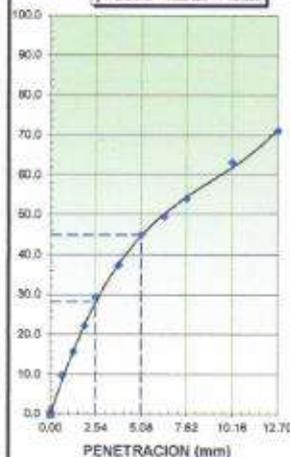
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0473x^2 - 1.2666x + 15.033x$$



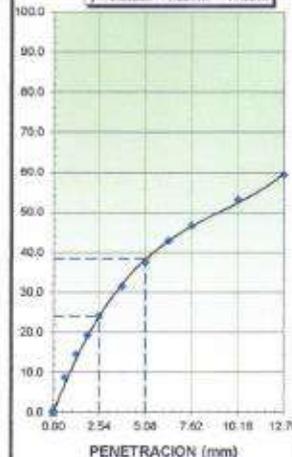
#### EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0473x^2 - 1.2545x + 13.989x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = 0.0382x^2 - 1.2541x + 11.921x$$



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair R. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 70344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 187, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-41, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zepeda Flores

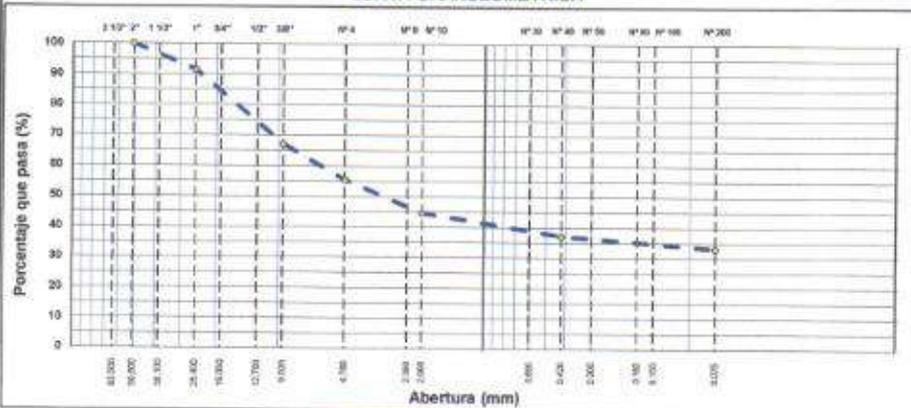
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					Peso total	=	6.000,0	gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	4010,8	gr	
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	538,9	gr	
1 1/2"	38.100	215,0	3,6	3,6	96,4	Limite liquido	=	33,3	%	
1"	25.400	295,0	4,9	8,5	91,5	Limite plastico	=	22,9	%	
3/4"	19.050	497,0	7,8	16,3	83,7	Indice plastico	=	10,4	%	
1/2"	12.700	488,0	8,1	24,4	75,6	Clasif. AASHTO	=	A-2-6	0	
3/8"	9.525	511,0	8,5	32,9	67,1	Clasif. SUCCS	=	GC		
1/4"	6.350	0,0	0,0	32,9	67,1	Max. Dere. Seca	=	1.872	(g/ccm3)	
# 4	4.750	698,0	11,6	44,6	58,4	Opt. Cont. Hum.	=	10,92	%	
# 8	2.360	75,4	1,3	52,3	47,7	CBR 0.1" (100%)	=	29,7	%	
# 10	2.000	29,7	0,5	55,4	44,6	CBR 0.1" (95%)	=	26,2	%	
# 30	0.800	41,9	0,7	59,7	40,3	Ensayo Mula #200	P.S. Seco	8000,0	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	29,6	0,5	62,7	37,3			4010,8		33,2
# 50	0.300	12,0	0,2	64,0	36,0	% Grava	=	44,6	%	
# 80	0.160	7,2	0,1	64,7	35,3	% Arena	=	22,3	%	
# 100	0.150	5,7	0,1	65,3	34,7	% Fino	=	33,2	%	
# 200	0.075	15,1	0,2	66,9	33,2	% Humedad	P.S.H.		P.S.S.	%
< # 200	FONDO	322,3	5,4	100,0	0,0					
FRACCIÓN		538,9				Coef. Uniformidad	=	-		Indice de Consistencia
TOTAL		6.000,0				Coef. Curvatura	=			
Descripción suelo:						Por. de Expansión	=			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Rio Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Nuero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-60

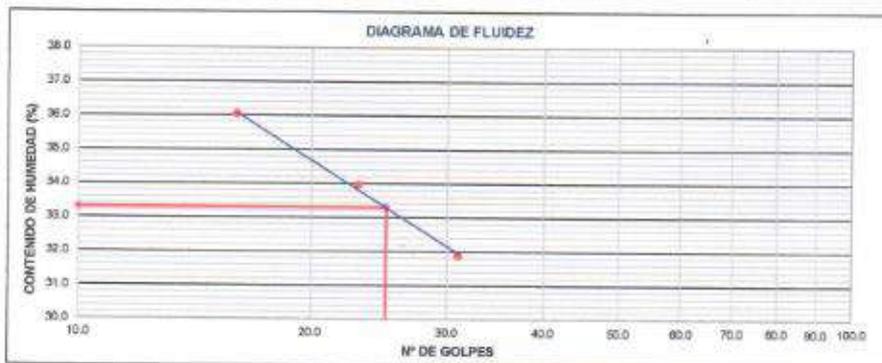
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Lolia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.10	38.79	38.45
TARRO + SUELO SECO	30.63	31.54	30.99
AGUA	6.47	7.25	7.46
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	20.30	21.35	20.70
% DE HUMEDAD	31.87	33.96	36.04
N° DE GÓLPES	31	23	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.30	26.54
TARRO + SUELO SECO	23.33	23.47
AGUA	2.97	3.07
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	13.18	13.22
% DE HUMEDAD	22.53	23.22



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	33.3
Limite Plástico	22.9
Índice Plástico	10.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

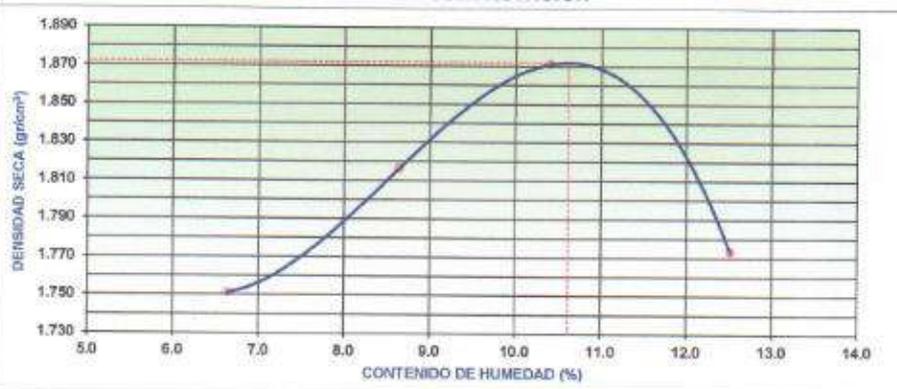
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10654	10678	11075	10925
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3947	4171	4368	4218
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.867	1.973	2.066	1.995
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.751	1.816	1.871	1.773

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	375.1	368.2	362.3	355.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	24.9	31.8	37.7	44.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	375.1	368.2	362.3	355.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.64	8.64	10.41	12.52
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.872	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.6

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1983 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.872 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 10.6 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg.  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12652	12191	12040
Peso de molde (gr)	8261	8040	8095
Peso del suelo húmedo (gr)	4371	4151	3945
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.064	1.958	1.884
Humedad (%)	10.41	10.27	10.79
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.869	1.776	1.682
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	317.0	317.4	315.9
Peso del Agua (gr)	33.0	32.6	34.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	317.0	317.4	315.9
Humedad (%)	10.41	10.27	10.79
Promed. de Humedad (%)	10.4	10.3	10.8

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/03/2021	08:00:00	24	103.0	2.8	2.2	117.0	3.0	2.5	106.0	2.7	2.3
8/03/2021	08:00:00	48	117.0	3.0	2.5	129.0	3.3	2.6	117.0	3.0	2.5
9/03/2021	08:00:00	88	123.0	3.1	2.7	139.0	3.6	3.0	157.0	4.0	3.4
16/03/2021	08:00:00	96	133.0	3.4	2.6	151.0	3.8	3.3	171.0	4.3	3.7

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	5			15	5			5	2		
1.270		35	11			27	8			20	6		
1.905		59	17			46	14			37	11		
2.540	70.3	72	21	20.8	29.6	63	19	18.4	26.1	54	16	15.1	21.5
3.810		103	30			93	27			77	22		
5.080	105.5	135	39	37.3	35.4	115	33	33.4	31.8	95	28	27.5	26.1
6.350		135	39			140	40			115	33		
7.620		186	53			158	46			128	37		
10.160		216	62			190	55			146	42		
12.700		248	71			222	64			160	46		

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
 Leila Tenorio Segura  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

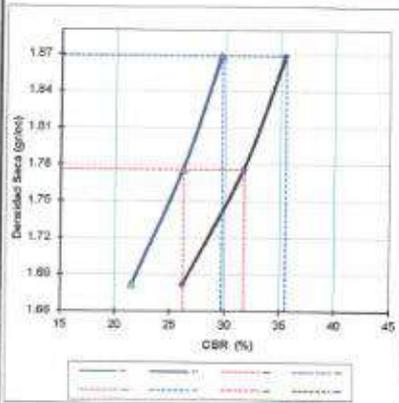
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1"	29.7	0.2"	35.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1"	26.2	0.2"	31.7

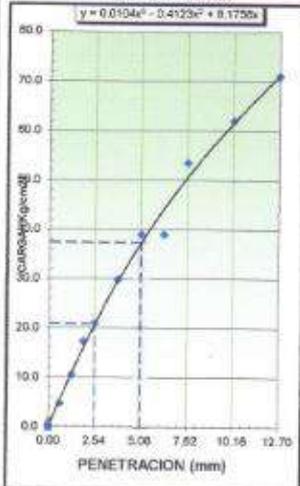
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.872	gr/cc
Óptimo Humedad	10.62	%

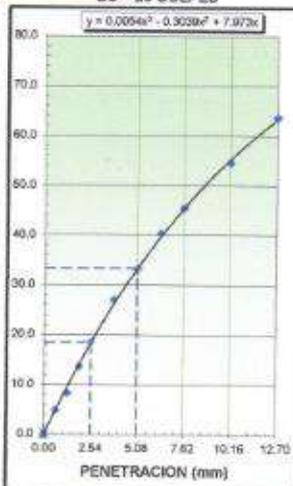
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

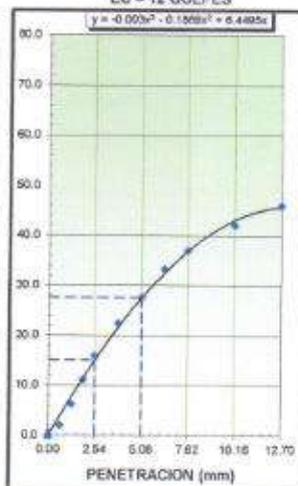
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*Eloy Flores Pérez*  
**Eloy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Bucero Valera*  
**José A. Bucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 167, E 254 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TECISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

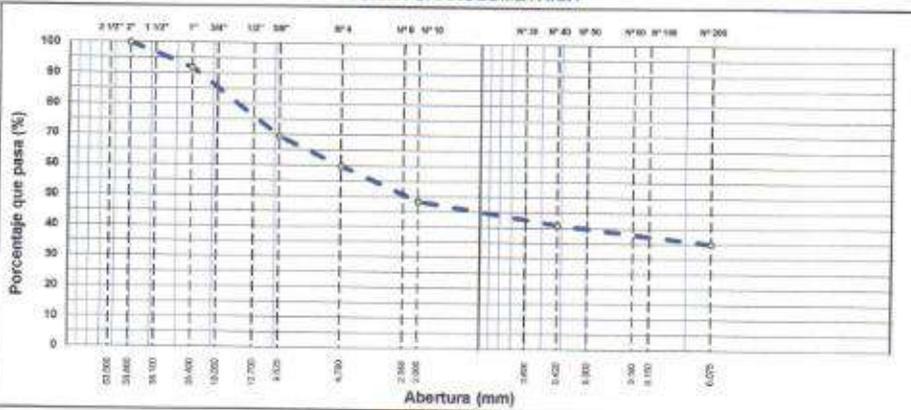
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Paso.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.100,0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3069,3 gr	
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	538,9 gr	
1 1/2"	38.100	231,0	3,8	3,8	96,2	Límite líquido	=	29,5 %	
1"	25.400	267,0	4,4	8,2	91,8	Límite plástico	=	20,8 %	
3/4"	19.050	501,0	8,2	16,4	83,8	Índice plástico	=	6,7 %	
1/2"	12.700	403,0	6,6	23,0	77,0	Clasif. AASHTO	=	A-2-4 0	
3/8"	9.525	465,0	7,6	30,6	69,4	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	30,6	69,4	Mix. Dens. Seca	=	1,859 (g/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.760	589,0	9,7	40,3	59,7	Opt. Cont. Hum.	=	9,33 %	
# 6	2.360	71,8	1,2	48,2	51,8	CBR D.1" (100%)	=	36,7 %	
# 10	2.000	31,2	0,5	51,7	48,3	CBR D.1" (95%)	=	31,4 %	
# 30	0.600	39,7	0,6	56,1	43,9	Ensayo Malta #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	26,7	0,4	59,1	41,0		6100,0	3069,3	34,9
# 50	0.300	13,8	0,2	60,6	39,4	% Grava	=	40,3 %	
# 80	0.180	12,4	0,2	62,0	38,1	% Arena	=	24,8 %	
# 100	0.150	13,2	0,2	63,4	36,6	% Fino	=	34,9 %	
# 200	0.075	15,0	0,2	65,1	34,9	% Humedad	P.S.H.	P.S.B.	%
< # 200	FONDO	315,1	5,2	100,0	0,0				
FRACCIÓN		538,9				Coef. Uniformidad			Índice de Consistencia
TOTAL		6.100,0				Coef. Curvatura			
						P.M. de Expansión			

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José Florez Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lolle Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

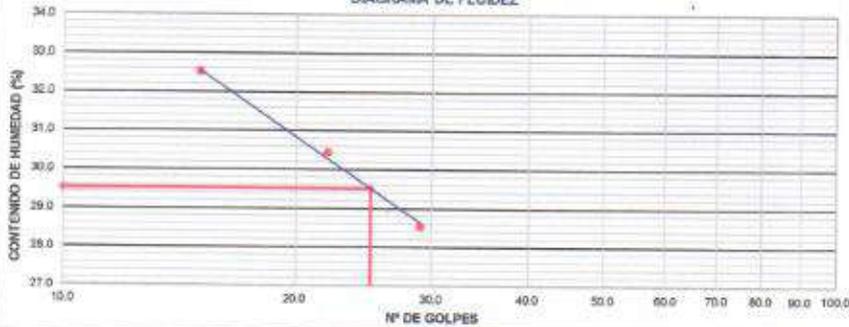
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.89	36.45	36.12
TARRO + SUELO SECO	30.16	30.31	29.75
AGUA	5.73	6.14	6.37
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.06	20.17	19.59
% DE HUMEDAD	28.54	30.44	32.52
N° DE GOLPES	29	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.23	27.54
TARRO + SUELO SECO	24.22	24.63
AGUA	3.01	2.91
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	14.03	14.47
% DE HUMEDAD	21.45	20.11

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	29.5
Límite Plástico	20.8
Índice Plástico	8.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
**Lolle y Floris Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
**Jose A. Aucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10645	10851	11005	10935
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3938	4144	4298	4228
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.980	2.033	2.000
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.769	1.825	1.859	1.796

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	379.8	372.5	365.8	359.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUJA (gr)	20.2	27.5	34.2	40.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	379.8	372.5	365.8	359.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.32	7.38	9.35	11.36
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.859	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Ejo. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 6/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.889 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 9.3 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12580	12112	11857
Peso de molde (gr)	8281	8040	8085
Peso del suelo húmedo (gr)	4299	4072	3862
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.030	1.921	1.824
Humedad (%)	9.38	8.93	9.20
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.866	1.764	1.670
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	320.0	321.3	320.5
Peso del Agua (gr)	30.0	28.7	29.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	320.0	321.3	320.5
Humedad (%)	9.38	8.93	9.20
Promed. de Humedad (%)	9.4	8.9	9.2

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
6/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7/03/2021	09:00:00	24	89.0	2.3	1.9	103.0	2.8	2.2	85.0	2.2	1.8	2.2	1.8	
8/03/2021	09:00:00	48	103.0	2.6	2.2	115.0	2.9	2.5	102.0	2.6	2.2	2.6	2.2	
9/03/2021	09:00:00	88	110.0	2.8	2.4	122.0	3.1	2.7	141.0	3.6	3.1	3.6	3.1	
10/03/2021	09:00:00	96	118.0	3.0	2.6	137.0	3.5	3.0	154.0	3.9	3.3	3.9	3.3	

**PENETRACION**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		27	8			19	6			16	5		
1.270		51	15			39	12			36	11		
1.905		71	21			58	17			53	16		
2.540	70.3	88	26	25.7	36.6	77	22	22.0	31.3	70	20	20.2	28.7
3.810		119	34			105	30			96	26		
5.080	105.5	151	44	44.4	42.1	132	38	38.0	36.1	116	34	33.9	32.2
6.350		180	52			154	44			136	39		
7.620		209	60			172	49			149	43		
10.160		241	69			204	59			167	48		
12.700		281	80			230	66			182	52		

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
 Elio Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valero*  
 Jose A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

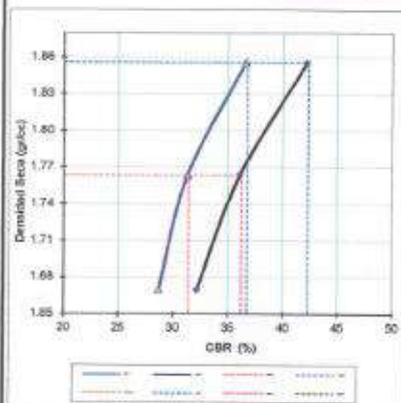
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 1+000  
**CALICATA** : C-2  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 6/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	36.7	0.2":	42.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	31.4	0.2":	36.2

**Datos del Proctor**

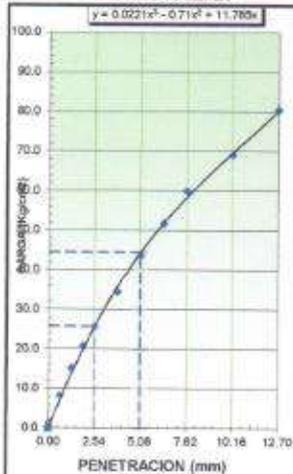
Max. Dens. Seca	1.858	gr/cc
Optimo Humedad	9.33	%

**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

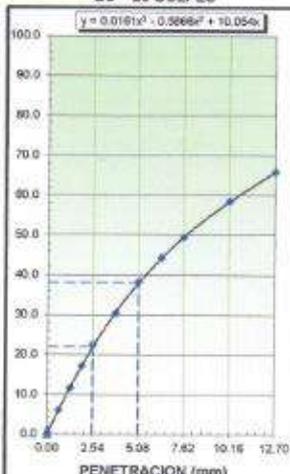
**EC = 56 GOLPES**

$$y = 0.0221x^2 - 0.71x^2 + 11.789x$$



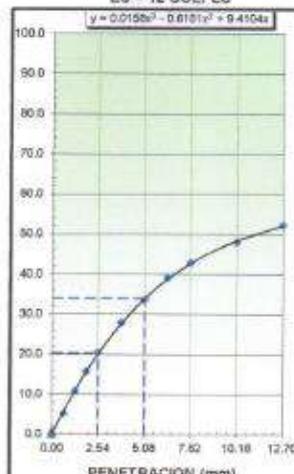
**EC = 25 GOLPES**

$$y = 0.0161x^2 - 0.5666x^2 + 10.054x$$



**EC = 12 GOLPES**

$$y = 0.0156x^2 - 0.6101x^2 + 9.4104x$$



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Luero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTS E 197, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TEBISTA** : Leifa Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

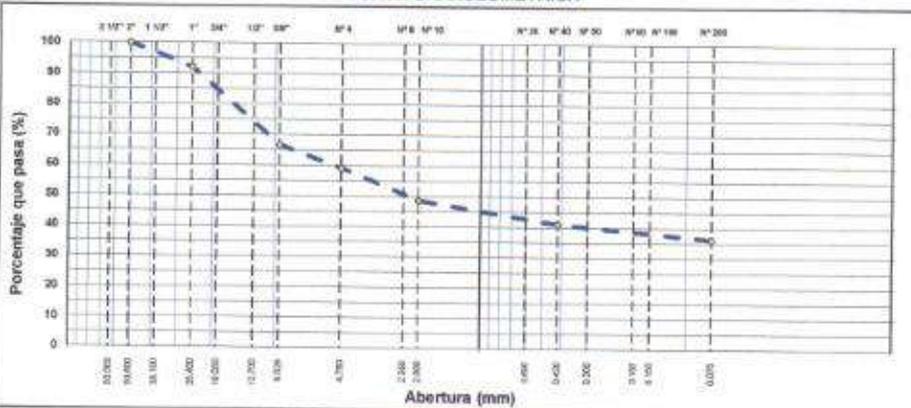
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	8.055.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3862.0 gr	
2"	50.800				100.0	Peso fino	=	538.9 gr	
1 1/2"	38.100	245.0	4.1	4.1	96.0	Límite líquido	=	26.8 %	
1"	25.400	237.0	3.9	8.0	92.0	Límite plástico	=	20.3 %	
3/4"	19.050	401.0	7.6	15.6	84.4	Índice plástico	=	6.5 %	
1/2"	12.700	589.0	9.7	25.3	74.7	Clasif. AASHTO	=	A-4 (0)	
3/8"	9.525	489.0	8.1	33.4	66.6	Clasif. SUCCS	=	GC - GM	
1/4"	6.350	0.0	0.0	33.4	66.6	Mix. Dens. Seca	=	1.842 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.760	455.0	7.5	40.9	59.1	Opt. Cont. Hum.	=	8.40 %	
# 6	2.360	67.8	7.4	48.3	51.7	CBR D.1" (100%)	=	43.6 %	
# 10	2.000	27.5	3.0	51.4	48.7	CBR D.1" (35%)	=	36.8 %	
# 30	0.600	36.7	4.2	55.6	44.4	Ensayo Malta #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	31.1	3.4	59.0	41.0		6055.0	3652.0	36.2
# 50	0.300	11.7	1.3	60.3	39.7	% Grava	=	40.9 %	
# 80	0.180	9.7	1.1	61.3	38.7	% Arena	=	22.9 %	
# 100	0.150	11.9	1.3	62.7	37.4	% Fino	=	38.2 %	
# 200	0.075	10.3	1.1	63.8	36.2	% Humedad	P.S.H.	P.S.G.	%
< # 200	FONDO	330.2	36.2	100.0	0.0				
FRACCIÓN		538.9				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		8.055.0				Coef. Curvatura	=		
						Por. de Expansión	=		

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Elio Flórez Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO	: "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	TÉCNICO	: E.F.P.
PROGRESIV.	: Km. 1+000	ING. RESP.	: J.A.L.V.
CALICATA	: C-2	FECHA	: Marzo - 2021
MEZCLA	: Suelo natural + 7% de cal		
TESISTA	: Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores		

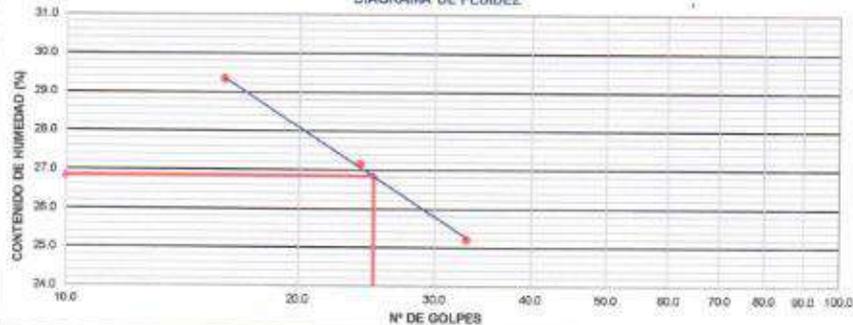
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.21	38.49	38.11
TARRO + SUELO SECO	32.58	32.48	32.19
AGUA	5.85	6.03	5.82
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	22.42	22.21	20.18
% DE HUMEDAD	25.20	27.15	29.34
N° DE GOLPES	33	24	16

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.69	25.87
TARRO + SUELO SECO	23.50	23.52
AGUA	2.19	2.35
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.04	11.30
% DE HUMEDAD	19.84	20.80

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	26.8
Límite Plástico	20.3
Índice Plástico	6.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elos Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Luque Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.A.P. N° 26344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10715	10935	10897	10855
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4008	4228	4190	4148
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.896	2.000	1.982	1.962
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.779	1.841	1.790	1.747

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	375.4	368.1	361.2	356.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	24.6	31.9	38.8	43.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	375.4	368.1	361.2	356.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.55	8.67	10.74	12.30

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.842      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 8.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair R. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guicero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #963635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.642 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 8.4 %

**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12489	12038	11889
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095
Peso del suelo húmedo (gr)	4208	3998	3794
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.987	1.886	1.792
Humedad (%)	8.23	8.12	8.46
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.836	1.744	1.652
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	323.4	323.7	322.7
Peso del Agua (gr)	26.6	26.3	27.3
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	323.4	323.7	322.7
Humedad (%)	8.23	8.12	8.46
Promed. de Humedad (%)	8.2	8.1	8.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
6/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7/03/2021	10:00:00	24	74.0	1.9	1.6	90.0	2.3	2.0	73.0	1.9	1.6			
8/03/2021	10:00:00	48	90.0	2.3	2.0	101.0	2.6	2.2	86.5	2.2	1.9			
9/03/2021	10:00:00	86	96.0	2.4	2.1	107.0	2.7	2.3	127.0	3.2	2.6			
10/03/2021	10:00:00	96	103.0	2.8	2.2	121.0	3.1	2.6	140.0	3.6	3.0			

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		36	11			26	6			18	6		
1.270		60	16			48	14			43	13		
1.905		86	25			67	20			64	19		
2.540	70.3	107	31	30.4	43.2	89	26	25.6	36.4	86	25	24.0	34.2
3.810		138	40			120	35			115	33		
5.080	105.5	170	49	50.4	47.8	151	44	43.3	41.1	135	39	39.4	37.4
6.350		199	57			174	50			155	45		
7.620		228	65			192	55			168	46		
10.160		260	74			224	64			196	56		
12.700		296	85			250	72			217	62		

INGEONORT S.A.C.

*Edu Flores Pérez*  
 Edu Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 26344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

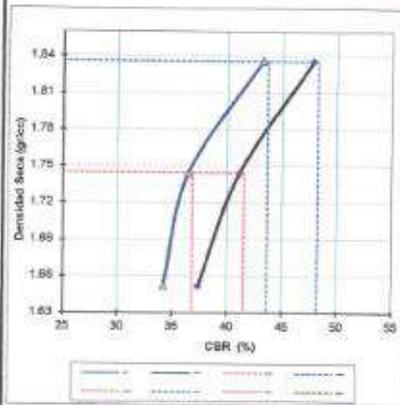
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 43.6	0.2": 46.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 36.8	0.2": 41.5

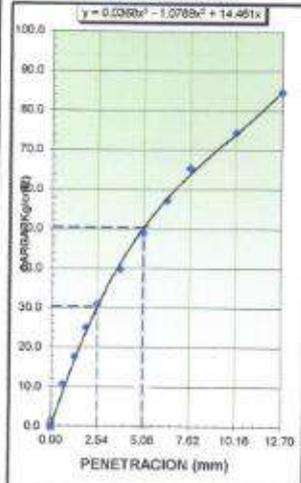
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.842	g/cm³
Óptimo Humedad	8.40	%

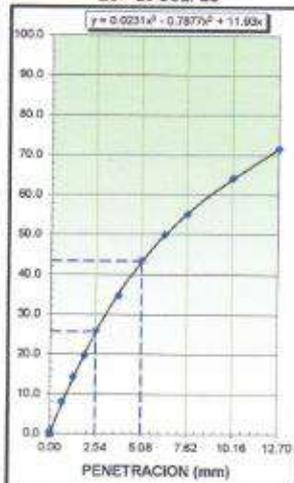
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

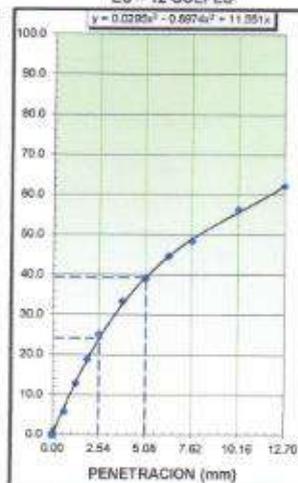
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jeir Ronaldo Zegarra Flores*  
Jeir Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jeir Ronaldo Zegarra Flores*  
Jeir Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA  
C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

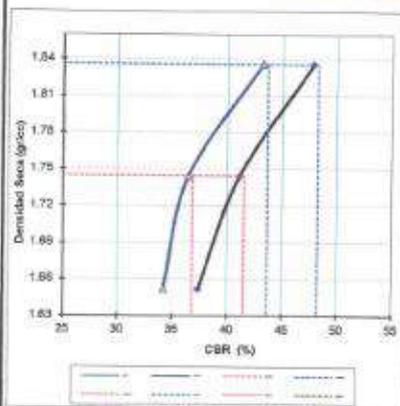
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	43.6	0.2":	46.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	36.8	0.2":	41.5

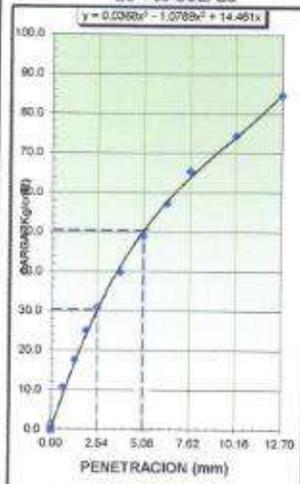
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.842	gr/cc
Óptimo Humedad	8.40	%

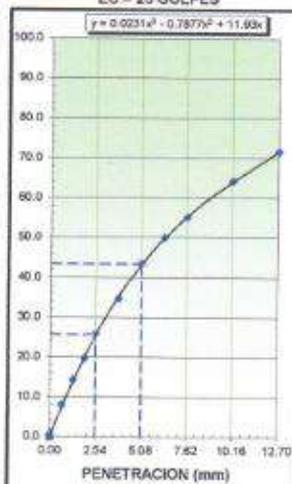
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

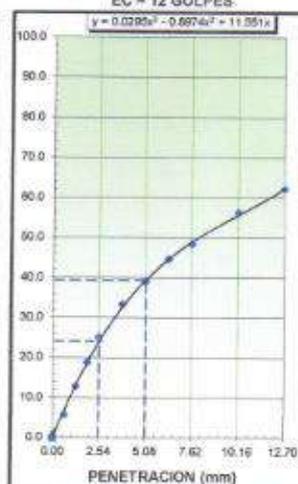
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jeir Ronaldo Zegarra Flores*  
Jeir Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jeir Ronaldo Zegarra Flores*  
Jeir Ronaldo Zegarra Flores  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 99 Y T 99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.07	39.25	39.13
TARRO + SUELO SECO	29.84	29.66	29.31
AGUA	9.23	9.59	9.82
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	19.51	19.47	19.02
% DE HUMEDAD	47.31	49.28	51.63
N° DE GOLPES	34	27	19

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.62	26.37
TARRO + SUELO SECO	21.95	22.57
AGUA	3.67	3.80
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.80	12.32
% DE HUMEDAD	31.10	30.84



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	49.7
Límite Plástico	31.0
Índice Plástico	18.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Flores Pérez*  
**José Flores Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 16344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

#### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

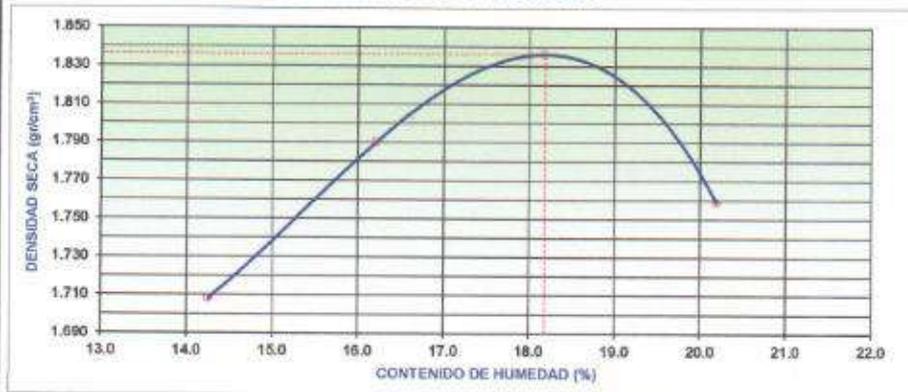
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5903	6025	6109	6057
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1838	1960	2044	1992
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.951	2.081	2.170	2.115
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.708	1.790	1.836	1.759

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.1	344.2	338.5	332.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.9	55.8	61.5	67.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.1	344.2	338.5	332.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.25	16.21	18.17	20.19
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.836	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.2

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Eliy Flóres Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

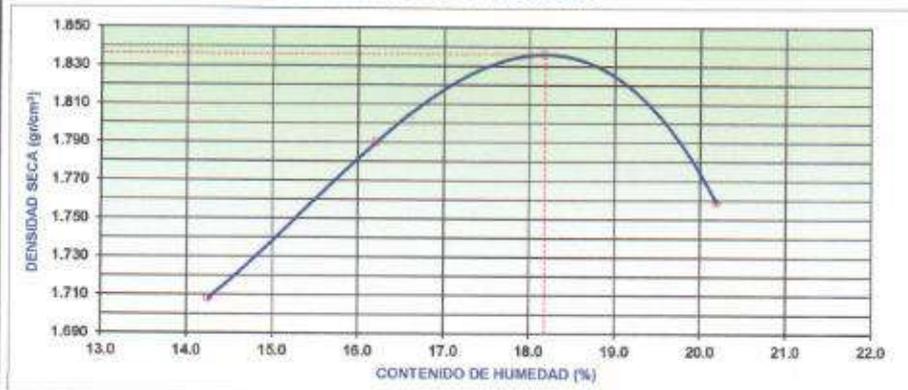
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5903	6025	6109	6057
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1838	1960	2044	1992
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.951	2.081	2.170	2.115
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.708	1.790	1.836	1.759

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.1	344.2	338.5	332.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.9	55.8	61.5	67.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.1	344.2	338.5	332.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.25	16.21	18.17	20.19
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.836	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.2

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Elmy Flóres Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

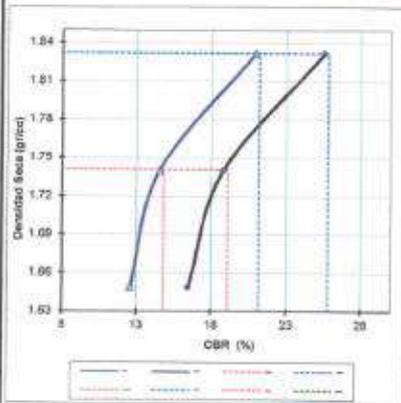
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal  
**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 6/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 21.2	0.2": 25.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 14.8	0.2": 19.1

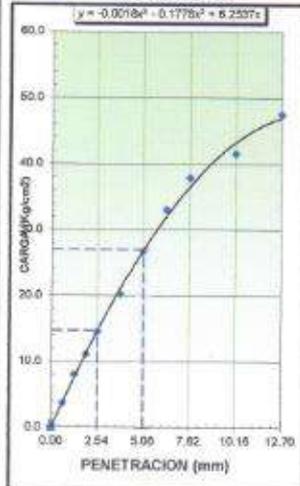
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.836	g/cm³
Óptimo Humedad	18.19	%

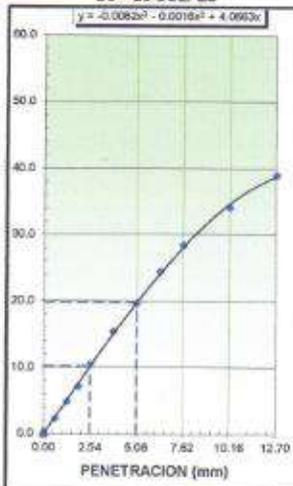
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

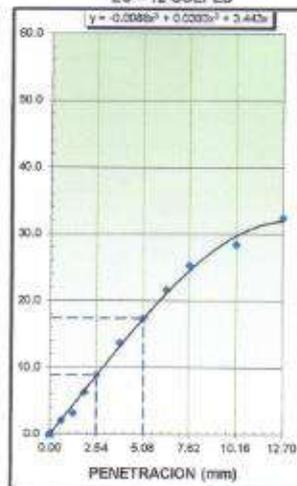
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*[Signature]*  
**Elroy Flores Pérez**  
LABORATERISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*[Signature]*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG 8 167, 8 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

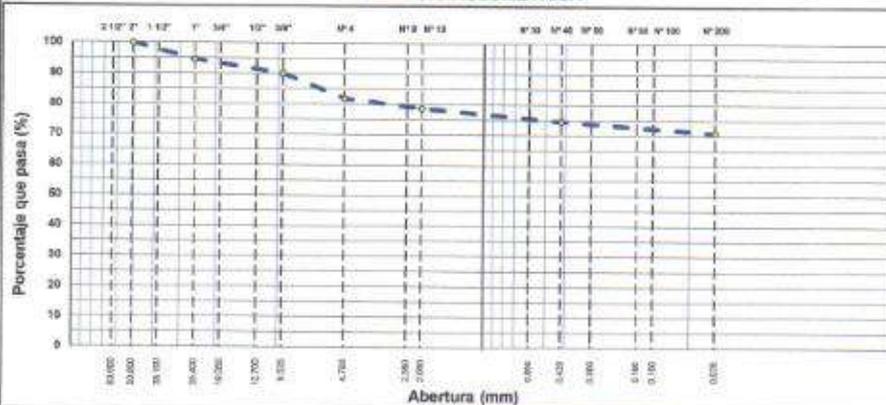
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	4.350,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1275,4	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	500,0	gr
1 1/2"	38.100	115,0	2,6	2,6	97,4	Límite líquido	=	42,8	%
1"	25.400	121,0	2,8	5,4	94,6	Límite plástico	=	32,5	%
3/4"	19.050	95,0	2,2	7,6	92,4	Índice plástico	=	10,3	%
1/2"	12.700	53,0	1,2	8,8	91,2	Clasif. AASHTO	=	A-5	6
3/8"	9.525	49,0	1,1	10,0	90,1	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0,0	0,0	10,0	90,1	Max. Dens. Seca	=	1.824	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	356,0	8,2	18,1	81,9	Opt. Cont. Hum.	=	19,01	%
# 8	2.360	10,6	1,7	19,9	80,1	CBR 0.1" (100%)	=	22,5	%
# 10	2.000	8,6	1,4	21,3	78,7	CBR 0.1" (95%)	=	19,5	%
# 30	0.800	16,9	2,8	24,1	76,0	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	8,4	1,4	25,4	74,6		4350,0	1275,4	70,7
# 50	0.300	7,0	1,1	26,6	73,4	% Grava	=	18,1	%
# 60	0.160	5,1	0,8	27,4	72,6	% Arena	=	11,2	%
# 100	0.150	4,9	0,8	28,2	71,8	% Fino	=	70,7	%
# 200	0.075	6,8	1,1	29,3	70,7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	431,7	70,7	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
FRACCIÓN		500,0				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		4.350,0				Coef. Curvatura	=		1,8
Descripción suelo:						Prot. de Expansión	=		Estable

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*J. Flores Pérez*  
 José A. Bucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.V.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-49 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

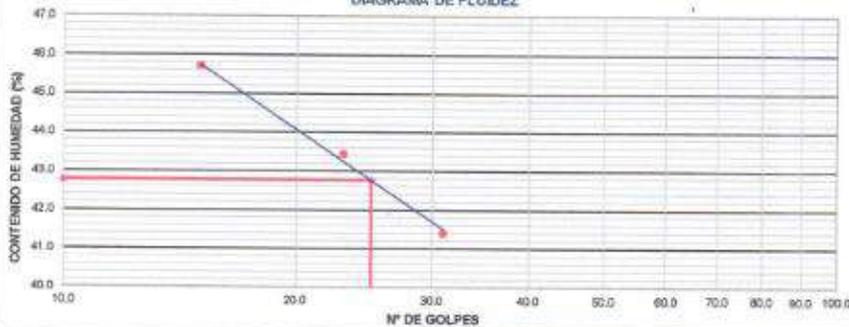
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.45	37.45	38.78
TARRO + SUELO SECO	28.73	29.18	28.43
AGUA	7.72	8.27	8.35
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	18.65	19.04	18.27
% DE HUMEDAD	41.39	43.43	45.70
N° DE GOLPES	31	23	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.33	28.74
TARRO + SUELO SECO	22.35	22.70
AGUA	3.98	4.04
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.16	12.54
% DE HUMEDAD	32.73	32.22

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	42.8
Límite Plástico	32.5
Índice Plástico	10.3

**Observ.:**  
Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Elex Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*Joel A. Bucera Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

NTC E 116 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 2+000

CALICATA : C-3

MEZCLA : Suelo natural + 5% de cal

TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

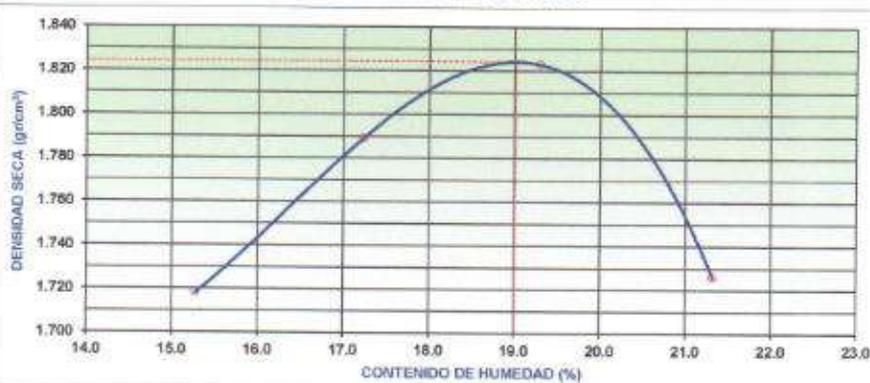
NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5931	6041	6114	6038
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1866	1976	2049	1973
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.991	2.098	2.175	2.094
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.718	1.789	1.823	1.726

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	347.0	341.2	335.3	329.7
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	53.0	58.8	64.7	70.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	347.0	341.2	335.3	329.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.27	17.23	19.30	21.32
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.824	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.0

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Alvarez Valera  
INGENIERO CIVIL



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeparra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.824 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 19.0 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12280	12159	11849			
Peso de molde (gr)	7713	7805	7723			
Peso del suelo húmedo (gr)	4547	4354	4126			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098	2113	2122			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.061	1.944			
Humedad (%)	19.13	19.25	18.76			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.819	1.728	1.637			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	293.8	293.5	294.7			
Peso del Agua (gr)	56.2	56.5	55.3			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	293.8	293.5	294.7			
Humedad (%)	19.13	19.25	18.76			
Promed. de Humedad (%)	19.1	19.3	18.8			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/03/2021	10:00:00	24	95.0	2.4	2.1	114.0	2.9	2.5	101.0	2.6	2.2
8/03/2021	10:00:00	48	105.0	2.7	2.3	124.0	3.1	2.7	132.0	3.4	2.9
9/03/2021	10:00:00	89	117.0	3.0	2.5	135.0	3.4	2.9	153.0	3.9	3.3
10/03/2021	10:00:00	96	126.0	3.2	2.7	146.0	3.7	3.2	167.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15						MOLDE N° 14						MOLDE N° 13					
		CARGA		CORRECCION		%	CARGA		CORRECCION		%	CARGA		CORRECCION		%			
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%				
0.000		0	0				0	0				0	0						
0.635		15	5				12	4				7	3						
1.270		31	9				23	7				20	6						
1.905		41	12				33	10				30	9						
2.540	70.3	53	16	15.7	22.3		48	14	13.6	19.4		41	12	11.9	16.9				
3.810		73	21				65	19				57	17						
5.080	105.5	96	25	26.2	26.7		86	25	24.4	23.2		72	21	21.4	20.3				
6.350		115	33				98	28				87	25						
7.620		134	39				113	33				100	29						
10.160		157	45				140	40				113	33						
12.700		178	51				169	46				125	36						

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zeparra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635876

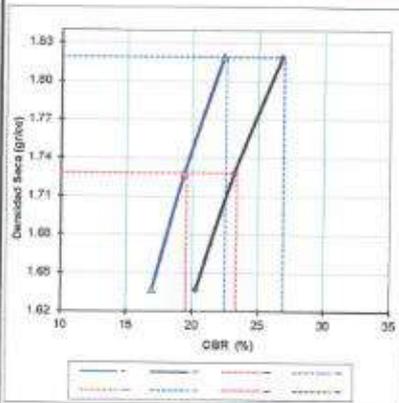
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 6/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.5	0.2":	26.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	19.5	0.2":	23.4

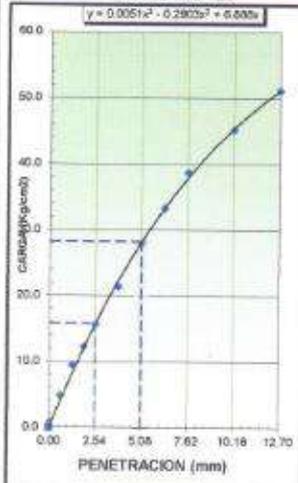
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.824	gr/cc
Óptimo Humedad	19.01	%

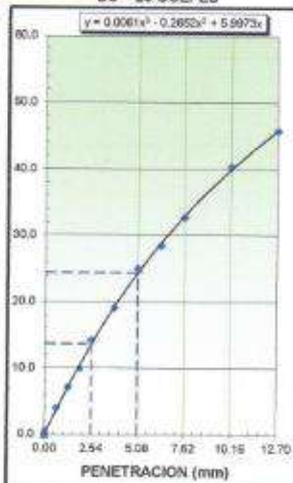
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

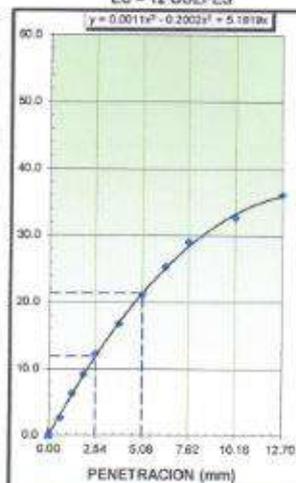
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*Laila Tenorio Segura*  
**Laila Florys Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Ronaldo Zegarra Flores**  
INGENIERO CIVIL  
C.R.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

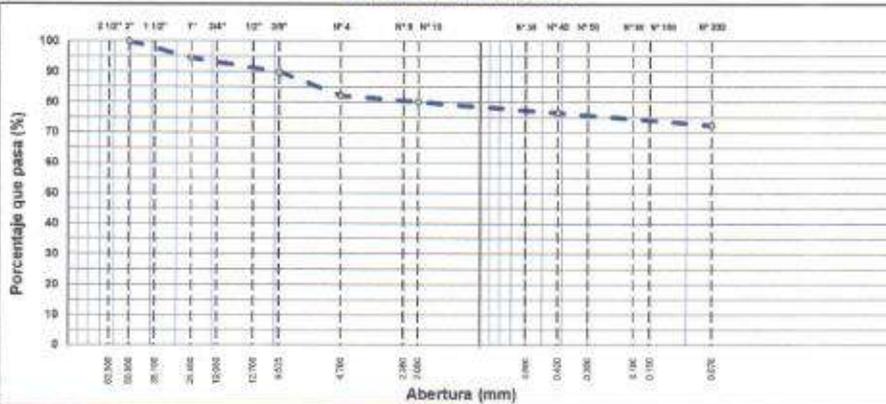
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	4.231,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1170,5	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	510,9	gr
1 1/2"	38.100	107,0	2,5	2,5	97,5	Límite líquido	=	35,2	%
1"	25.400	127,0	3,0	5,5	94,5	Límite plástico	=	30,7	%
3/4"	19.050	88,0	2,1	7,6	92,4	Índice plástico	=	4,5	%
1/2"	12.700	81,0	1,4	9,1	91,0	Clasif. AASHTO	=	A-4	8
3/8"	9.525	44,0	1,0	10,1	89,9	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0,0	0,0	10,1	89,9	Max. Dens. Seca	=	1.807	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	327,0	7,7	17,8	82,2	Opt. Cont. Hum.	=	17,77	%
# 6	2.360	6,3	1,0	18,8	81,2	CBR 0.1" (100%)	=	23,0	%
# 10	2.000	7,2	1,2	20,0	80,0	CBR 0.1" (95%)	=	17,2	%
# 30	0.600	15,1	2,4	22,4	77,6	Ensayo Malla #200	P.S. Deco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	8,7	1,1	23,5	76,5		4231,0	1170,5	72,3
# 50	0.300	9,3	1,5	25,0	75,0	% Grava	=	17,8	%
# 80	0.180	6,6	1,1	26,1	73,9	% Arena	=	9,9	%
# 100	0.150	3,8	0,6	26,7	73,3	% Fino	=	72,3	%
# 200	0.075	6,2	1,0	27,7	72,3	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	449,7	72,3	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
FRACCIÓN		510,9				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		4.231,0				Coef. Curvatura	=		2,4
						Por. de Expansión	=		Estable

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Bucera Valera*  
José A. Bucera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635675

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 150 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 2+000

CALICATA : C-3

MEZCLA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

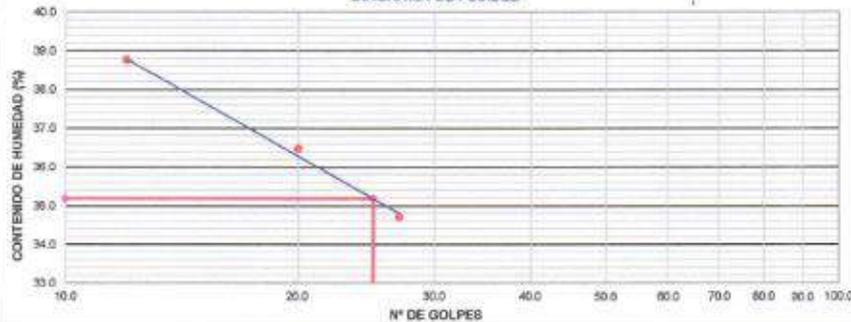
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.56	37.16	37.61
TARRO + SUELO SECO	31.24	29.97	30.46
AGUA	7.32	7.19	7.15
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	21.10	19.72	18.45
% DE HUMEDAD	34.69	36.46	38.75
N° DE GOLPES	27	20	12

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.64	25.39
TARRO + SUELO SECO	22.52	22.32
AGUA	3.12	3.07
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.06	10.10
% DE HUMEDAD	31.01	30.40

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	35.2
Límite Plástico	30.7
Índice Plástico	4.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Elio Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peñe Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5875	5981	6080	6043
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4085	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1810	1916	1995	1978
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.921	2.034	2.118	2.100
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.700	1.780	1.805	1.758

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	353.8	346.2	340.9	334.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	46.2	53.8	59.1	65.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	353.8	346.2	340.9	334.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.06	15.54	17.34	19.44
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.807	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.8

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eli Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. N° 74344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 6/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.807 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.8 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	18	17	16
Molde N°	18	17	16
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12483	12561	12212
Peso de molde (gr)	7990	8324	8196
Peso del suelo húmedo (gr)	4493	4237	4016
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2106	2109
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.125	2.012	1.904
Humedad (%)	17.92	17.53	17.41
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.802	1.712	1.622
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	296.8	297.8	298.1
Peso del Agua (gr)	53.2	52.2	51.9
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	296.8	297.8	298.1
Humedad (%)	17.92	17.53	17.41
Promed. de Humedad (%)	17.9	17.5	17.4

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/03/2021	11:00:00	24	80.0	2.0	1.7	100.0	2.5	2.2	86.0	2.2	1.9
8/03/2021	11:00:00	48	91.0	2.3	2.0	110.0	2.8	2.4	119.0	3.0	2.6
9/03/2021	11:00:00	86	102.0	2.6	2.2	121.0	3.1	2.6	166.0	4.3	3.7
10/03/2021	11:00:00	96	111.0	2.9	2.4	132.0	3.4	2.9	152.0	3.9	3.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 18				MOLDE N° 17				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	6			16	5			12	4		
1.270		38	11			31	9			25	8		
1.905		51	15			43	13			35	11		
2.540	70.3	63	19	18.4	26.2	57	17	16.2	23.0	46	14	13.4	19.1
3.810		83	24			74	22			62	18		
5.080	105.5	106	31	31.5	29.9	95	28	27.6	26.1	77	22	23.1	21.9
6.350		125	36			108	31			93	27		
7.620		145	42			123	36			105	30		
10.160		167	48			150	43			118	34		
12.700		188	54			169	49			131	38		

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Nitero*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. N° 19344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

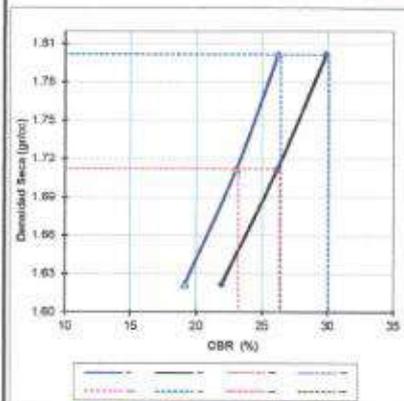
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.4	0.2": 30.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 23.2	0.2": 26.3

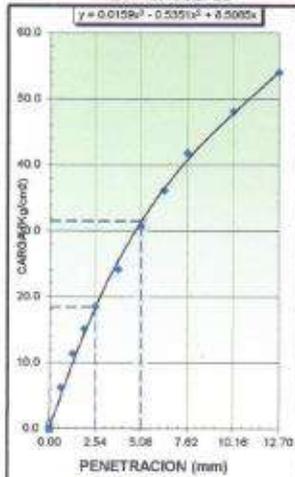
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.807	gr/cc
Óptimo Humedad	17.77	%

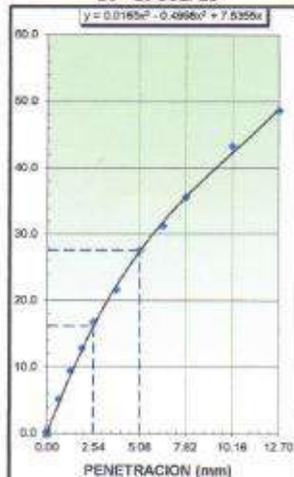
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

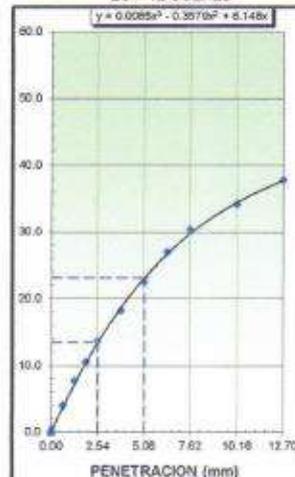
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Edu Flores Pérez*  
Edu Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose R. Lucero Valera*  
Jose R. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C. I.P. N° 76044



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

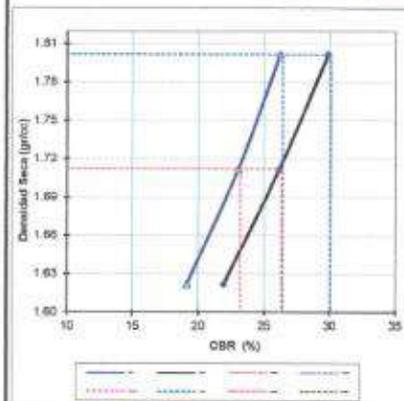
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 6/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.4	0.2": 30.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 23.2	0.2": 26.3

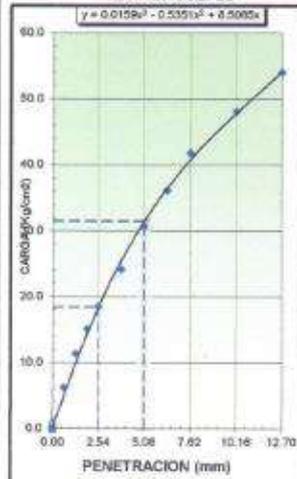
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.807	gr/cc
Óptimo Humedad	17.77	%

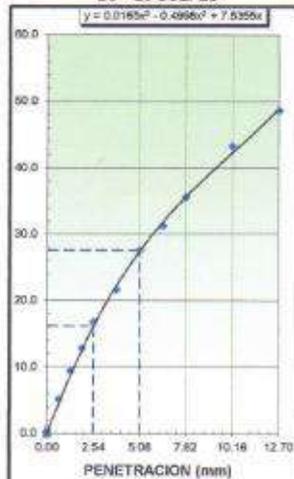
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

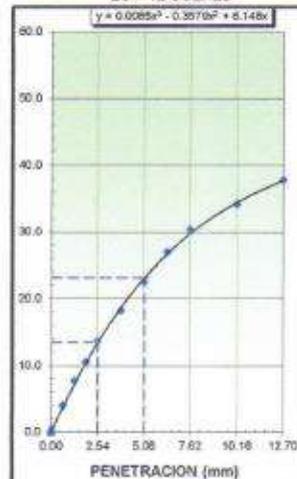
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Edu Flores Pérez*  
Edu Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

*José R. Lucero Valera*  
José R. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C. I.P. N° 16044



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.45	38.91	36.77
TARRO + SUELO SECO	28.19	28.22	27.89
AGUA	8.26	8.69	8.88
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.86	18.03	17.60
% DE HUMEDAD	46.25	45.20	50.45
N° DE GOLPES	34	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.13	26.33
TARRO + SUELO SECO	22.17	22.37
AGUA	3.96	3.96
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.02	12.12
% DE HUMEDAD	32.95	32.67



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	48.3
Límite Plástico	32.6
Índice Plástico	15.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Flores Pérez*  
E. Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*J. A. Lucero Valera*  
J. A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 79514



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

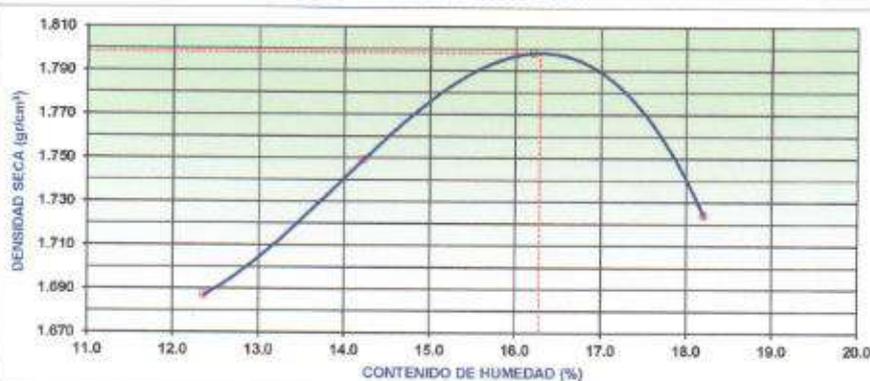
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5851	5947	6033	5985
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1786	1882	1968	1920
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.896	1.998	2.089	2.038
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.887	1.749	1.798	1.724

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	356.0	350.2	344.2	338.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	44.0	49.8	55.8	61.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	356.0	350.2	344.2	338.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.38	14.22	16.21	18.20
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.798	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ely Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lujano Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegama Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.798 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.3 %  
 CAPACIDAD : 8000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	12	11	10
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12488	12158	12101
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4476	4123	4071
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.082	1.968	1.871
Humedad (%)	16.09	15.55	15.93
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.793	1.703	1.614
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	301.5	302.9	301.9
Peso del Agua (gr)	48.5	47.1	48.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	301.5	302.9	301.9
Humedad (%)	16.09	15.55	15.93
Promed. de Humedad (%)	16.1	15.6	15.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/03/2021	11:00:00	24	86.0	2.2	1.9	102.0	2.6	2.2	61.0	2.3	2.0
9/03/2021	11:00:00	48	101.0	2.6	2.2	114.0	2.9	2.5	102.0	2.6	2.2
10/03/2021	11:00:00	88	108.0	2.7	2.3	122.0	3.1	2.7	141.0	3.6	3.1
11/03/2021	11:00:00	96	116.0	2.9	2.5	135.0	3.4	2.9	157.0	4.0	3.4

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	5			9	3			5	2		
1.270		30	9			21	7			16	5		
1.905		41	12			32	10			26	8		
2.540	70.3	53	16	15.7	22.4	41	12	12.4	17.6	35	11	10.3	14.6
3.810		72	21			59	17			49	15		
5.080	105.5	96	28	28.0	26.6	77	22	22.7	21.5	63	19	18.8	17.8
6.350		115	33			95	28			78	23		
7.620		134	39			110	32			91	26		
10.160		153	44			128	37			104	30		
12.700		177	51			150	43			121	35		

INGEONORT S.A.C.

*Juan Flores Pérez*  
 Juan Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Cuervo Valera*  
 José A. Cuervo Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C. P. N° 26344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

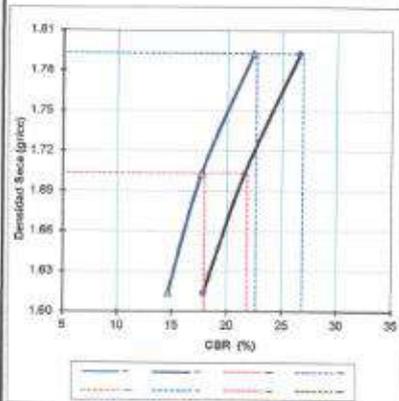
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.6	0.2":	26.9
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1":	17.9	0.2":	21.8

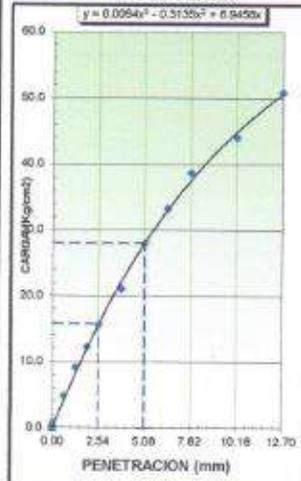
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.798	gr/cc
Óptimo Humedad	16.29	%

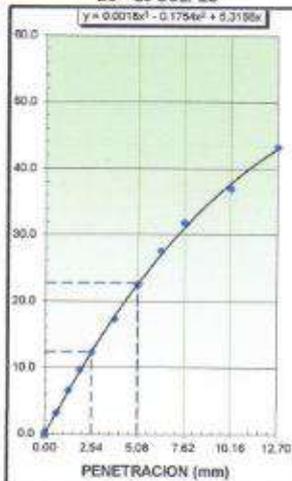
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

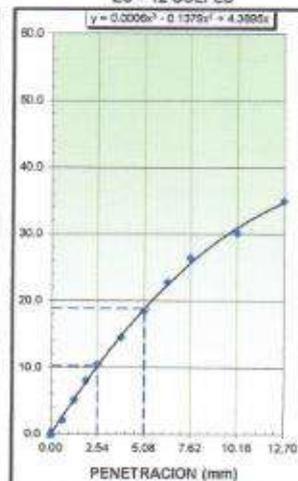
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

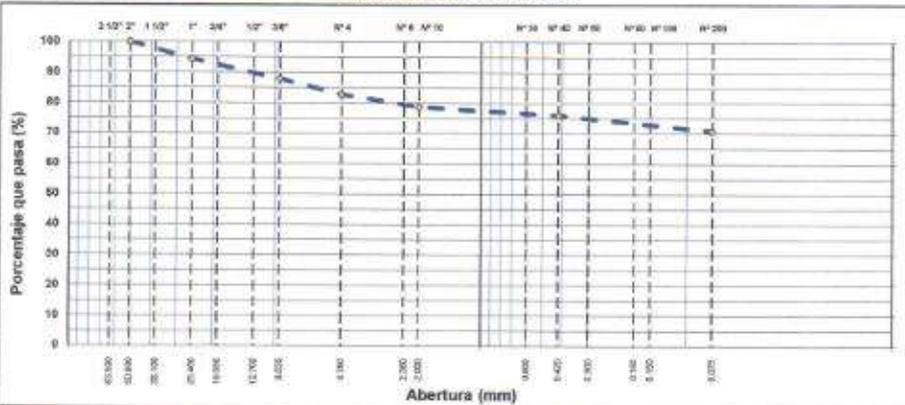
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTD E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-86

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TECNISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores  
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.100,0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1489,4 gr	
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	480,0 gr	
1 1/2"	38.100	185,0	3,6	3,6	96,4	Límite líquido	=	48,3 %	
1"	25.400	101,0	2,0	5,6	94,4	Límite plástico	=	32,6 %	
3/4"	19.050	149,0	2,9	8,5	91,5	Índice plástico	=	15,5 %	
1/2"	12.700	99,0	1,9	10,5	89,5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 [11]	
3/8"	9.525	87,0	1,7	12,2	87,8	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0,0	0,0	12,2	87,8	Max. Cons. Seca	=	1.798 (g/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	255,0	5,0	17,2	82,8	Opt. Cont. Hum.	=	16,29 %	
# 8	2.360	10,8	1,9	19,0	81,0	CBR 0.1" (100%)	=	22,8 %	
# 10	2.000	12,8	2,2	21,3	78,8	CBR 0.1" (95%)	=	17,9 %	
# 30	0.850	8,7	1,6	22,8	77,3	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	F.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	7,2	1,2	24,0	76,0		5100,0	1489,4	70,8
# 50	0.300	8,2	1,4	25,4	74,6	% Grava	=	17,2 %	
# 60	0.180	9,8	1,7	27,1	72,9	% Arena	=	12,0 %	
# 100	0.150	8,9	1,2	28,3	71,7	% Fino	=	70,8 %	
# 200	0.075	5,3	0,9	29,2	70,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	410,3	79,8	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
<b>FRACCIÓN</b>		480,0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		5.100,0				Coef. Curvatura	=	-	1,3
<b>Descripción suelo:</b>						Pot. de Expansión	=	-	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Quintero Valera*  
 Jose A. Quintero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 16344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4516 - AASHTO T-99 Y T-95

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.45	36.91	36.77
TARRO + SUELO SECO	28.19	28.22	27.89
AGUA	8.26	8.69	8.88
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.86	18.03	17.60
% DE HUMEDAD	46.25	48.20	50.45
N° DE GOLPES	34	26	18

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.13	26.33
TARRO + SUELO SECO	22.17	22.37
AGUA	3.96	3.96
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.02	12.12
% DE HUMEDAD	32.95	32.67



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	46.3
Límite Plástico	32.8
Índice Plástico	15.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elis Florys Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Augusto Natera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

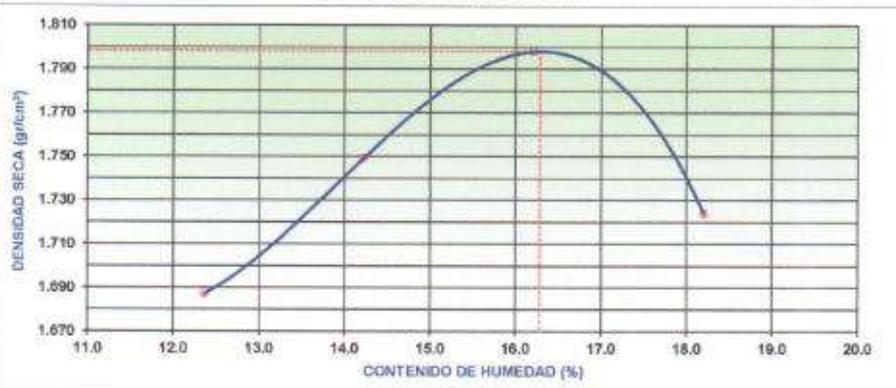
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5851	5947	6033	5885
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1786	1882	1968	1920
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.896	1.998	2.089	2.038
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.687	1.749	1.798	1.724

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	356.0	350.2	344.2	338.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	44.0	49.8	55.8	61.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	356.0	350.2	344.2	338.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.36	14.22	16.21	18.20
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.798	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Bucero Valera*  
Jose A. Bucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tscabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.798 g/cm<sup>3</sup>  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.3 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.  
ANILLO : 1

### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

Molde N°	12	11	10
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	28	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12488	12158	12101
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4476	4123	4071
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.082	1.968	1.871
Humedad (%)	16.09	15.55	15.93
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.793	1.703	1.614
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	301.5	302.9	301.9
Peso del Agua (gr)	48.5	47.1	48.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	301.5	302.9	301.9
Humedad (%)	16.09	15.55	15.93
Promed. de Humedad (%)	16.1	15.6	15.9

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/03/2021	11:00:00	24	66.0	2.2	1.9	102.0	2.9	2.2	91.0	2.3	2.0
9/03/2021	11:00:00	48	101.0	2.6	2.2	114.0	2.9	2.5	102.0	2.6	2.2
10/03/2021	11:00:00	88	108.0	2.7	2.3	122.0	3.1	2.7	141.0	3.6	3.1
11/03/2021	11:00:00	96	116.0	2.9	2.5	136.0	3.4	2.9	167.0	4.0	3.4

### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		16	5			9	3			6	2		
1.270		30	9			21	7			16	5		
1.905		41	12			32	10			26	8		
2.540	70.3	53	16	15.7	22.4	41	12	12.4	17.6	35	11	10.3	14.6
3.810		72	21			59	17			49	15		
5.080	105.5	96	28	28.0	26.6	77	22	22.7	21.5	63	19	18.8	17.8
6.350		115	33			95	28			78	23		
7.620		134	38			110	32			91	26		
10.160		153	44			128	37			104	30		
12.700		177	51			160	43			121	35		

INGEONORT S.A.C.

Edu. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. N° 70344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

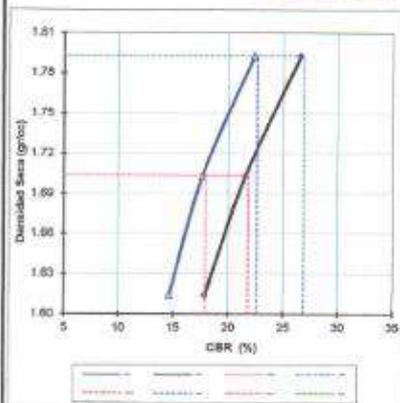
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 3+000 <b>CALCATA</b> : C-4 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 5% de cal <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 7/03/2021
--	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.6	0.2":	26.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	17.9	0.2":	21.8

#### Datos del Proctor

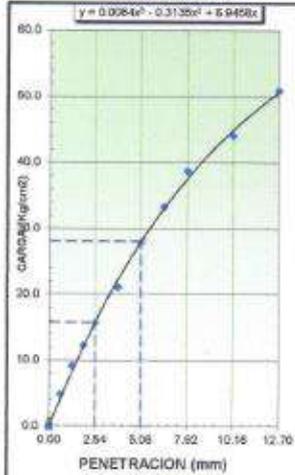
Max. Dens. Seca	1.798	gr/cc
Óptimo Humedad	16.29	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

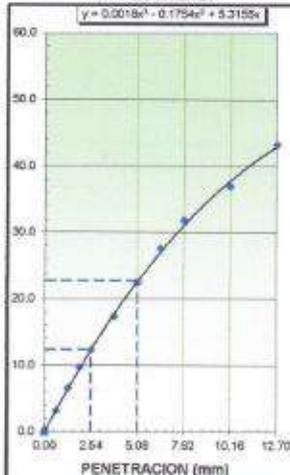
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0284x^2 - 0.3138x + 6.9458x$$



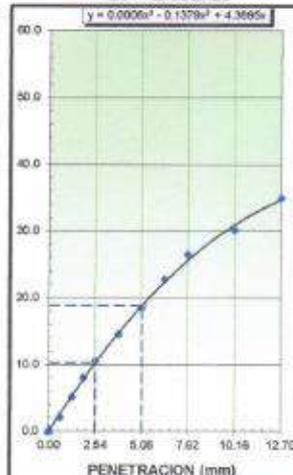
#### EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0018x^2 - 0.1754x^2 + 5.3155x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = 0.0006x^2 - 0.1379x^2 + 4.3685x$$



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Natera  
INGENIERO CIVIL  
C.ÚP. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-68

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Lello Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zepeda Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

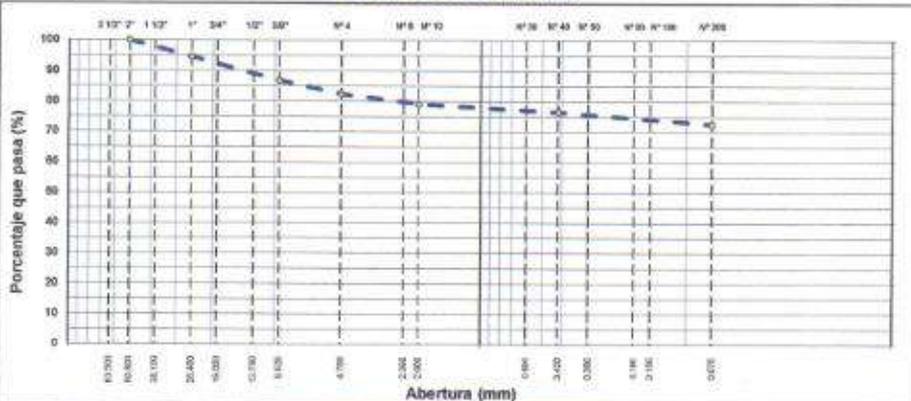
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.203,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1428,7	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	480,0	gr
1 1/2"	38.100	103,0	2,0	2,0	98,0	Límite líquido	=	44,4	%
1"	25.400	179,0	3,4	5,4	94,6	Límite plástico	=	33,8	%
3/4"	19.050	123,0	2,4	7,8	92,2	Índice plastico	=	10,6	%
1/2"	12.700	167,0	3,2	11,0	89,0	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	9
3/8"	9.525	113,0	2,2	13,2	86,8	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0,0	0,0	13,2	86,8	Max. Dens. Seca	=	1.847	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	231,0	4,4	17,8	82,4	Opt. Cont. Hum.	=	13,78	%
# 6	2.360	7,9	1,4	19,0	81,0	CBR 0.1" (100%)	=	27,2	%
# 10	2.000	10,7	1,8	20,8	79,2	CBR 0.1" (95%)	=	23,2	%
# 30	0.600	11,6	2,0	22,8	77,2	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	4,2	0,7	23,5	76,5		5203,0	1428,7	72,6
# 50	0.300	5,8	1,0	24,5	75,5	% Grava	=	17,8	%
# 80	0.180	7,8	1,3	25,8	74,2	% Arena	=	9,9	%
# 100	0.150	3,9	0,7	26,5	73,5	% Fino	=	72,5	%
# 200	0.075	5,7	1,0	27,5	72,5	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	422,8	72,6	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
FRACCIÓN		480,0				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		5.203,0				Coef. Curvatura	=		1,9

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTD E 110 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-99

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 3+000

CALICATA : C-4

MEZCLA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

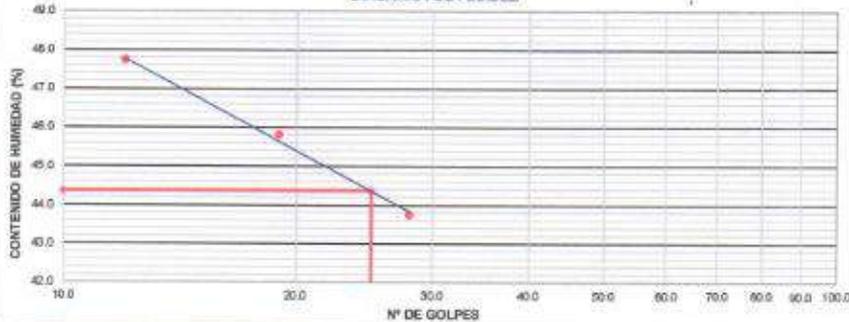
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.13	39.36	39.22
TARRO + SUELO SECO	30.29	30.18	29.83
AGUA	8.84	9.18	9.39
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.21	20.04	19.67
% DE HUMEDAD	43.74	45.81	47.74
N° DE GOLPES	28	19	12

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.01	28.09
TARRO + SUELO SECO	23.50	23.61
AGUA	4.51	4.48
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.31	13.45
% DE HUMEDAD	33.88	33.31

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	44.4
Límite Plástico	33.6
Índice Plástico	10.8

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quintero Valera*  
José A. Quintero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C/P N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTD E 110 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 3+000

CALICATA : C-4

MEZCLA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

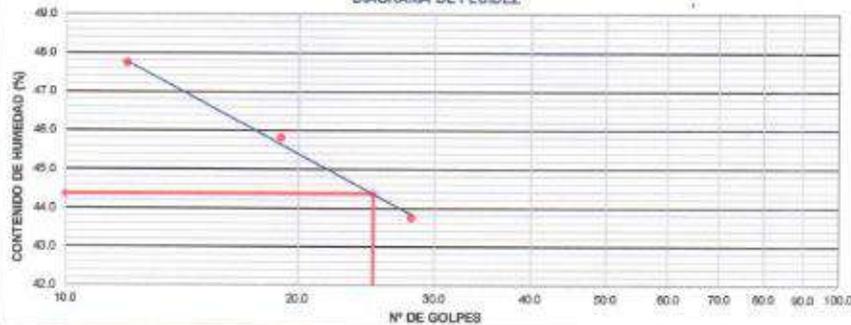
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.13	39.36	39.22
TARRO + SUELO SECO	30.29	30.18	29.83
AGUA	8.84	9.18	9.39
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.21	20.04	19.67
% DE HUMEDAD	43.74	45.81	47.74
N° DE GOLPES	28	19	12

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.01	28.09
TARRO + SUELO SECO	23.50	23.61
AGUA	4.51	4.48
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.31	13.45
% DE HUMEDAD	33.88	33.31

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	44.4
Límite Plástico	33.6
Índice Plástico	10.8

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quintero Valera*  
José A. Quintero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C/P N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 192 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tscabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leña Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.647 g/cm<sup>3</sup>  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.8 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.  
ANILLO : 1

#### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	12	11	10
Molde N°	12	11	10
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12033	11764	11653
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4021	3729	3653
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.870	1.780	1.679
Humedad (%)	13.90	14.12	13.60
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.642	1.660	1.478
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	307.3	306.7	308.1
Peso del Agua (gr)	42.7	43.3	41.9
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	307.3	306.7	308.1
Humedad (%)	13.90	14.12	13.60
Promed. de Humedad (%)	13.9	14.1	13.6

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/03/2021	12:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/03/2021	12:00:00	24	74.0	1.9	1.6	91.0	2.3	2.0	80.0	2.0	1.7
9/03/2021	12:00:00	48	89.0	2.3	1.9	102.0	2.6	2.2	90.0	2.3	2.0
10/03/2021	12:00:00	66	96.0	2.4	2.1	110.0	2.8	2.4	130.0	3.3	2.6
11/03/2021	12:00:00	96	103.0	2.6	2.2	123.0	3.1	2.7	146.0	3.7	3.2

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	6			15	5			5	2		
1.270		37	11			28	9			21	7		
1.905		54	16			42	13			36	11		
2.540	70.3	65	19	18.9	26.9	55	16	16.1	23.0	46	14	13.2	18.8
3.810		84	24			77	22			63	19		
5.080	105.5	106	31	32.0	30.4	94	27	27.6	26.1	78	23	23.2	22.0
6.350		127	37			109	32			93	27		
7.620		146	42			125	36			107	31		
10.160		162	47			140	40			118	34		
12.700		180	52			156	45			131	38		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Valero*  
J. Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

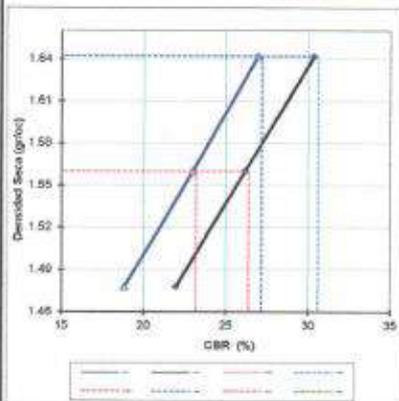
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 3+000 <b>CALICATA</b> : C-4 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 7% de cal <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 7/03/2021
---	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	27.2	0.2":	30.6
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	23.2	0.2":	26.4

#### Datos del Proctor

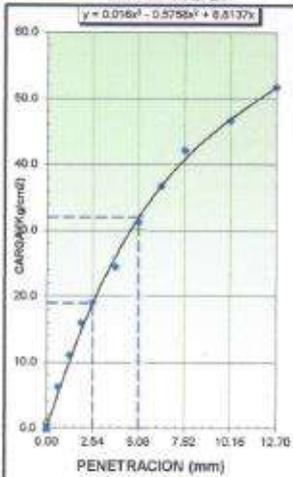
Max. Dens. Seca	1.647	gr/cc
Optimo Humedad	13.78	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

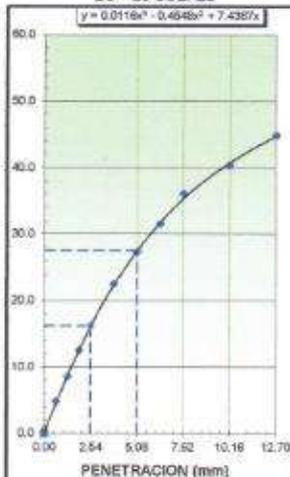
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.016x^2 - 0.5798x + 8.8137x$$



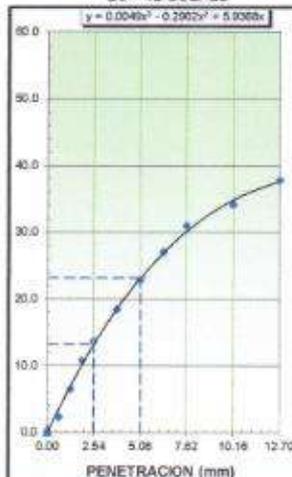
#### EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0116x^2 - 0.4546x + 7.4387x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = 0.0049x^2 - 0.2902x + 5.0068x$$



INGEONORT S.A.C.

Jair R. Flores Pérez

LABORATORIO

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera

INGENIERO CIVIL

C.P. N° 76346



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leña Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

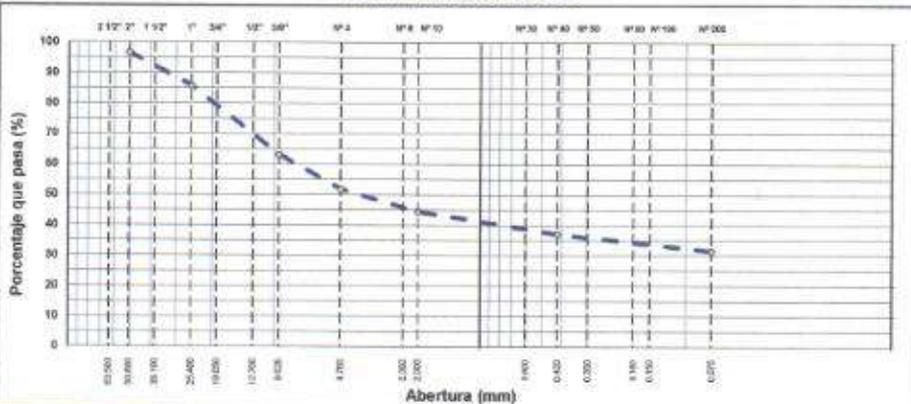
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% C' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.515,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4.457,0	gr
2"	50.800	217,0	3,3	3,3	96,7	Peso fino	=	513,9	gr
1 1/2"	38.100	115,0	1,8	5,1	94,9	Límite líquido	=	44,8	%
1"	25.400	587,0	9,0	14,1	85,9	Límite plástico	=	30,7	%
3/4"	19.050	595,0	9,1	23,2	76,8	Índice plástico	=	13,9	%
1/2"	12.700	587,0	9,0	32,3	67,8	Clasif. AASHTO	=	A-2-7	1
3/8"	9.525	298,0	4,6	36,8	63,2	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	36,8	63,2	Max. Dens. Seca	=	1.705	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	737,0	11,3	48,1	51,9	Opt. Cont. Hum.	=	17,84	%
# 8	2.360	39,5	0,6	52,1	47,9	CBR 0,1" (100%)	=	35,7	%
# 10	2.000	33,8	0,5	55,5	44,5	CBR 0,1" (96%)	=	29,4	%
# 30	0.800	55,4	0,8	61,1	38,9	Ensayo Mola #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	17,6	0,3	62,9	37,1		6619,0	4457,0	31,6
# 50	0.300	13,4	0,2	64,3	35,8	% Grava	=	48,1	%
# 80	0.180	14,8	0,2	65,7	34,3	% Arena	=	20,3	%
# 100	0.150	11,4	0,2	66,9	33,1	% Fino	=	31,6	%
# 200	0.075	15,0	0,2	68,4	31,6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	313,0	4,8	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
FRACCIÓN		513,9				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		6.515,0				Coef. Curvatura	=		1,8
						Prob. de Expansión	=		Detable

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635876

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTG E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.48	36.88	36.35
TARRO + SUELO SECO	28.63	28.59	28.03
AGUA	7.85	8.29	8.32
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	18.30	18.40	17.74
% DE HUMEDAD	42.90	45.05	46.90
N° DE GOLPES	32	24	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	28.59
TARRO + SUELO SECO	23.59	22.70
AGUA	4.05	3.89
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	13.44	12.45
% DE HUMEDAD	30.13	31.24



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	44.6
Límite Plástico	30.7
Índice Plástico	13.9

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eddy Flores Pérez*  
LARGO PLAZA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76744



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 4+000

CALICATA : C-5

MUESTRA : Suelo natural + 3% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10679	10953	10925	10847
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3972	4246	4218	4140
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.879	2.009	1.995	1.958
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.623	1.705	1.667	1.608

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	345.5	339.5	334.1	328.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	54.5	60.5	65.9	71.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	345.5	339.5	334.1	328.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.77	17.82	19.72	21.77

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.705      ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.8

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloj Flores Pérez*  
LABOR. PROYECTOS

INGEONORT S.A.C.

*José A. Nuñez Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1983 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tsonrio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.705 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 17.8 %

**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	21	20	19
N° Capas	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11952	12052	11919
Peso de molde (gr)	7716	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4236	4019	3804
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.005	1.909	1.801
Humedad (%)	17.85	18.16	17.65
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.701	1.616	1.531
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	297.0	296.2	297.5
Peso del Agua (gr)	53.0	53.8	52.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	297.0	296.2	297.5
Humedad (%)	17.85	18.16	17.65
Promed. de Humedad (%)	17.9	18.2	17.7

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/03/2021	07:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/03/2021	07:00:00	24	86.0	2.2	1.9	97.0	2.5	2.1	116.0	2.9	2.5
9/03/2021	07:00:00	48	99.0	2.5	2.2	108.0	2.7	2.3	128.0	3.3	2.8
10/03/2021	07:00:00	88	106.0	2.7	2.3	119.0	3.0	2.6	143.0	3.6	3.1
11/03/2021	07:00:00	96	113.0	2.9	2.5	130.0	3.3	2.8	155.0	3.9	3.4

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.636		23	7			15	5			12	4		
1.270		47	14			33	10			32	10		
1.905		71	21			54	16			49	15		
2.540	70.3	84	24	24.9	35.4	71	21	20.5	29.1	66	19	19.0	27.0
3.810		118	33			101	29			92	27		
5.080	105.5	147	42	42.9	40.7	126	36	36.5	34.6	112	32	32.6	30.9
6.350		176	51			161	44			132	38		
7.620		197	57			169	49			145	42		
10.160		227	65			201	58			163	47		
12.700		260	74			227	65			177	51		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jairo A. Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

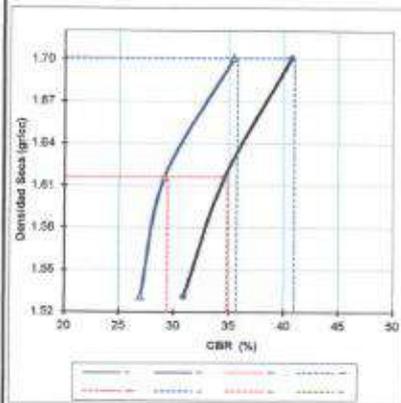
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 35.7	0.2": 41.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 29.4	0.2": 34.9

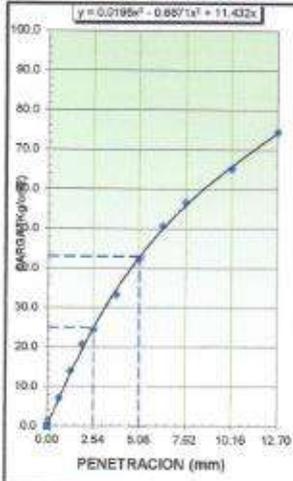
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.705	gr/cc
Óptimo Humedad	17.84	%

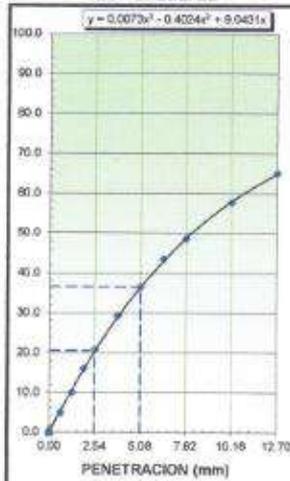
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

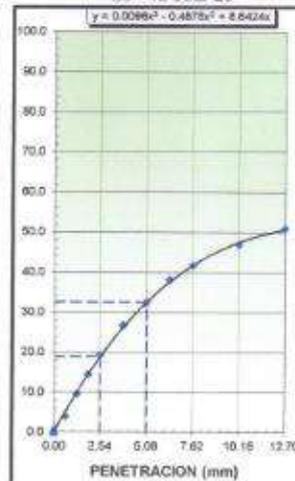
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Elis Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTD E 407, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-41, T-37 Y T-08

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TEBISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeparra Flores

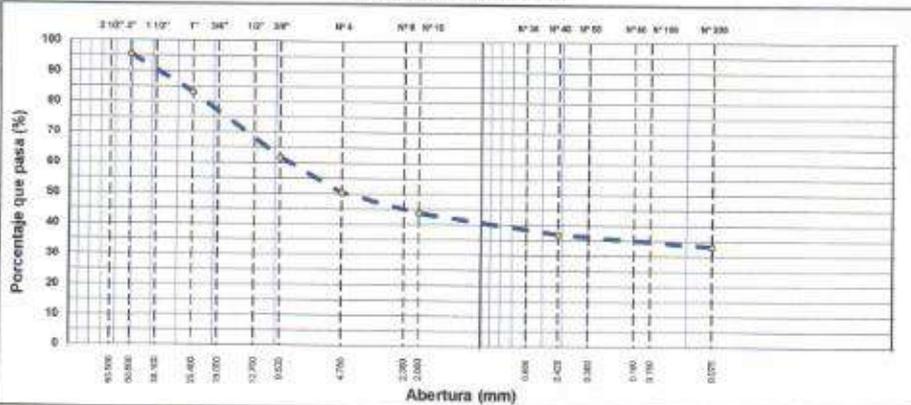
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso total = 7.005,6 gr
2 1/2"	63.500			100,0		Peso lavado = 4683,1 gr
2"	50.800	311,0	4,4	4,4	95,6	Peso fino = 540,7 gr
1 1/2"	38.100	231,0	3,3	7,7	92,3	Límite líquido = 41,2 %
1"	25.400	639,0	9,1	16,9	83,1	Límite plástico = 29,8 %
3/4"	19.050	499,0	7,1	24,0	75,0	Índice plástico = 11,8 %
1/2"	12.700	633,0	9,0	33,0	67,0	Clasif. AASHTO = A-2-7 (1)
3/8"	9.525	358,0	5,1	38,1	61,9	Clasif. SUCCS = GM
1/4"	6.350	0,0	0,0	38,1	61,9	Max. Dens. Secos = 1.682 (gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	815,0	11,6	49,8	50,2	Opt. Cont. Hum. = 17,27 %
# 8	2.360	31,5	2,9	52,7	47,3	CBR 0,1" (100%) = 37,8 %
# 10	2.000	39,7	3,6	56,3	43,7	CBR 0,1" (95%) = 34,6 %
# 30	0.600	46,2	4,3	60,6	39,4	Ensayo Malla #200
# 40	0.420	25,3	2,4	62,9	37,1	P.S. Seco = 7005,6
# 50	0.300	9,5	0,9	63,8	36,2	P.S. Lavado = 4683,1
# 80	0.180	16,2	1,5	65,3	34,7	% Grava = 49,8 %
# 100	0.150	5,9	0,5	65,9	34,1	% Arena = 17,1 %
# 200	0.075	10,5	1,0	66,9	33,1	% Fina = 33,1 %
< # 200	FONDO	358,8	33,2	100,0	0,0	% Humedad = 248,7
FRACCIÓN		540,7				P.S.S. = 201,8
TOTAL		7.005,6				% = 22,2%
Descripción suelo:						Coef. Uniformidad = -
						Coef. Curvatura = -
						Índice de Consistencia = 1,8
						Pot. de Expansión = -
						Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*José Flores Pérez*  
 José Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alvarez Natera*  
 José A. Alvarez Natera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 79340



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-69 Y T-96

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (D+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	39.23	39.84	39.45
TARRO + SUELO SECO	30.87	30.88	30.48
AGUA	8.36	8.96	8.97
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.79	20.74	20.32
% DE HUMEDAD	40.21	42.24	44.14
N° DE GOLPES	30	21	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	25.64	25.88
TARRO + SUELO SECO	22.05	22.35
AGUA	3.59	3.53
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	11.86	12.19
% DE HUMEDAD	30.27	28.96



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	41.2
Límite Plástico	29.6
Índice Plástico	11.6

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Elio Flóres Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jose A. Lucero Votera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76346



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 116 - ASTM D 1567

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

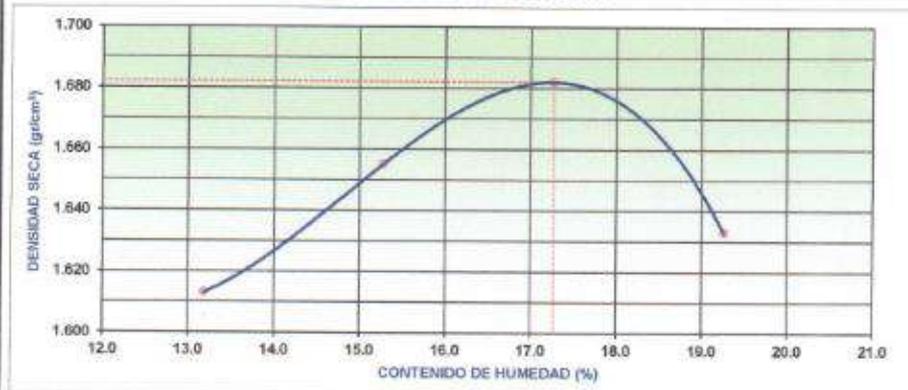
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10567	10739	10876	10825
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3860	4032	4169	4118
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.826	1.907	1.972	1.948
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.813	1.855	1.882	1.833

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	353.4	347.0	341.1	335.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	46.6	53.0	58.9	64.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	353.4	347.0	341.1	335.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.19	15.27	17.27	19.26

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.882      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 17.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Elv. Flores Pérez  
LABORATORIO

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.R. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.882 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.3 %  
 CAPACIDAD : 8000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	24	23	22
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12340	12133	11890
Peso de molde (gr)	8186	8207	8162
Peso del suelo húmedo (gr)	4154	3926	3728
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106	2104	2111
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972	1.866	1.766
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.679	1.595	1.511
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	349.8
Tarro + Suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Peso del Agua (gr)	52.0	50.8	50.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Promed. de Humedad (%)	17.5	17.0	16.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
7/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8/03/2021	08:00:00	24	74.0	1.9	86.0	2.2	1.9	104.0	2.6	2.3	117.0	3.0	2.5	
9/03/2021	08:00:00	48	88.0	2.2	107.0	2.7	2.3	132.0	3.4	2.9	144.0	3.7	3.1	
10/03/2021	08:00:00	88	94.0	2.4	109.0	2.7	2.3							
11/03/2021	08:00:00	96	102.0	2.6	119.0	3.0	2.6							

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24						MOLDE N° 23						MOLDE N° 22					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%			
0.000		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0				
0.636		30	9		25	8		21	7		17	6		14	5				
1.270		54	16		44	13		36	12		29	10		23	8				
1.905		73	21		66	19		59	17		48	15		39	13				
2.540	70.3	91	26	26.5	37.7		86	25	24.2	34.5		76	22	21.9	31.2				
3.810		122	35		111	32		102	30		83	24		67	20				
5.080	105.5	154	44	45.6	43.2		141	41	40.5	38.4		123	36	35.9	34.1				
6.350		183	53		161	46		142	41		115	33		92	27				
7.620		213	61		179	51		155	45		127	37		103	29				
10.180		244	70		211	61		178	51		149	43		121	35				
12.700		279	80		238	68		201	58		161	47		131	38				

INGEONORT S.A.C.

*Jairo Flores Pérez*  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Tenorio Segura*  
 José A. Tenorio Segura  
 INGENIERO



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.882 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.3 %

CAPACIDAD : 8000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	24	23	22
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12340	12133	11890
Peso de molde (gr)	8186	8207	8162
Peso del suelo húmedo (gr)	4154	3926	3728
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106	2104	2111
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972	1.866	1.766
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.679	1.595	1.511
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	349.8
Tarro + Suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Peso del Agua (gr)	52.0	50.8	50.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Promed. de Humedad (%)	17.5	17.0	16.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
7/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8/03/2021	08:00:00	24	74.0	1.9	86.0	2.2	1.9	104.0	2.6	2.3	117.0	3.0	2.5	
9/03/2021	08:00:00	48	88.0	2.2	107.0	2.7	2.3	132.0	3.4	2.9	144.0	3.7	3.1	
10/03/2021	08:00:00	88	94.0	2.4	109.0	2.7	2.3							
11/03/2021	08:00:00	96	102.0	2.6	119.0	3.0	2.6							

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24						MOLDE N° 23						MOLDE N° 22					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	%			
0.000		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0				
0.636		30	9		25	8		21	7		17	6		14	5				
1.270		54	16		44	13		36	12		29	10		23	8				
1.905		73	21		66	19		59	17		48	16		39	14				
2.540	70.3	91	26	26.5	37.7		86	25	24.2	34.5		76	22	21.9	31.2				
3.810		122	35		111	32		102	30		81	24		65	24				
5.080	105.5	154	44	45.6	43.2		141	41	40.5	38.4		123	36	35.9	34.1				
6.350		183	53		161	46		142	41		114	33		91	33				
7.620		213	61		179	51		155	45		125	37		100	37				
10.180		244	70		211	61		178	51		146	43		116	43				
12.700		279	80		238	68		201	58		167	49		133	49				

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Tenorio Segura*  
 José A. Tenorio Segura  
 INGENIERO



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.882 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.3 %  
 CAPACIDAD : 8000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	24	23	22
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12340	12133	11890
Peso de molde (gr)	8186	8207	8162
Peso del suelo húmedo (gr)	4154	3926	3728
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106	2104	2111
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972	1.866	1.766
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.679	1.595	1.511
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	349.8
Tarro + Suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Peso del Agua (gr)	52.0	50.8	50.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	298.0	299.2	299.3
Humedad (%)	17.45	16.98	16.87
Promed. de Humedad (%)	17.5	17.0	16.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
7/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8/03/2021	08:00:00	24	74.0	1.9	86.0	2.2	1.9	104.0	2.6	2.3	117.0	3.0	2.5	
9/03/2021	08:00:00	48	88.0	2.2	107.0	2.7	2.3	132.0	3.4	2.9	144.0	3.7	3.1	
10/03/2021	08:00:00	88	94.0	2.4	109.0	2.7	2.3							
11/03/2021	08:00:00	96	102.0	2.6	119.0	3.0	2.6							

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24				MOLDE N° 23				MOLDE N° 22			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.636		30	9			25	8			21	7		
1.270		54	16			44	13			41	12		
1.905		73	21			66	19			59	17		
2.540	70.3	91	26	26.5	37.7	86	25	24.2	34.5	76	22	21.9	31.2
3.810		122	35			111	32			102	30		
5.080	105.5	154	44	45.6	43.2	141	41	40.5	38.4	123	36	35.9	34.1
6.350		183	53			161	46			142	41		
7.620		213	61			179	51			155	45		
10.180		244	70			211	61			178	51		
12.700		279	80			238	68			201	58		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Tenorio Segura*  
 José A. Tenorio Segura  
 INGENIERO



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.91	35.88	35.77
TARRO + SUELO SECO	28.89	28.63	28.78
AGUA	7.02	7.25	6.99
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	18.75	18.38	16.77
% DE HUMEDAD	37.44	39.45	41.68
N° DE GOLPES	28	20	13

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.09	27.31
TARRO + SUELO SECO	23.77	23.97
AGUA	3.32	3.34
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.31	11.75
% DE HUMEDAD	29.35	28.43



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	38.1
Límite Plástico	28.9
Índice Plástico	9.2

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 155 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10505	10797	10729	10623
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3798	4090	4022	3916
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.935	1.903	1.852
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.572	1.665	1.609	1.541

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.1	344.3	338.2	332.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.9	55.7	61.8	67.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.1	344.3	338.2	332.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.25	16.18	18.27	20.19
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.665	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.2

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José R. Lucero Valera*  
José R. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.E.P. N° 76343



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos; carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.645 g/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.2 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmed. (gr)	11808	11939	11760			
Peso de molde (gr)	7716	8040	8095			
Peso del suelo húmedo (gr)	4092	3899	3665			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.932	1.839	1.731			
Humedad (%)	16.32	16.55	15.82			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.661	1.578	1.495			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	300.9	300.3	302.2			
Peso del Agua (gr)	49.1	49.7	47.8			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	300.9	300.3	302.2			
Humedad (%)	16.32	16.55	15.82			
Promed. de Humedad (%)	16.3	16.6	15.8			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/03/2021	09:00:00	24	62.0	1.6	1.3	75.0	1.9	1.6	92.0	2.3	2.0
9/03/2021	09:00:00	48	76.0	1.9	1.7	96.0	2.4	2.1	105.0	2.7	2.3
10/03/2021	09:00:00	88	92.0	2.3	2.0	96.0	2.4	2.1	121.0	3.1	2.6
11/03/2021	09:00:00	96	90.0	2.3	2.0	107.0	2.7	2.3	130.0	3.3	2.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		45	13			33	10			24	7		
1.270		74	22			52	15			44	13		
1.905		93	27			73	21			60	18		
2.540	70.3	111	32	32.5	46.3	92	27	26.3	37.4	78	23	22.7	32.3
3.810		145	42			119	34			104	30		
5.080	105.5	174	50	52.5	49.8	146	42	43.0	40.8	130	38	37.4	35.5
6.350		203	58			169	49			149	43		
7.620		233	67			187	54			162	47		
10.160		264	76			219	63			185	53		
12.700		299	86			246	71			207	59		

INGEONORT S.A.C.

*Lella Tenorio Segura*  
 Lella Tenorio Segura  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Guerrero Valera*  
 Jose A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

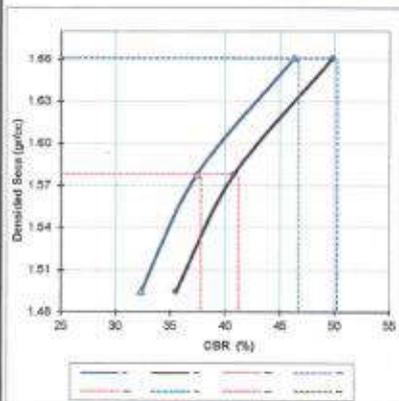
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 7/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. A) 100% De M.D.S. (%)	0.1":	46.7	0.2":	50.2
C.B.R. A) 95% De M.D.S. (%)	0.1":	37.8	0.2":	41.2

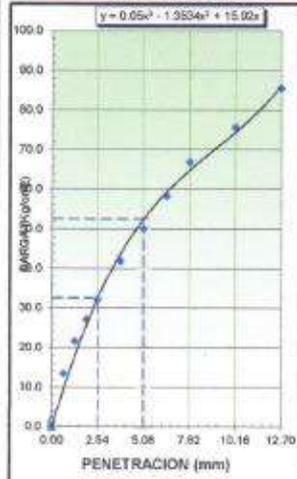
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.665	gr/cc
Óptimo Humedad	16.16	%

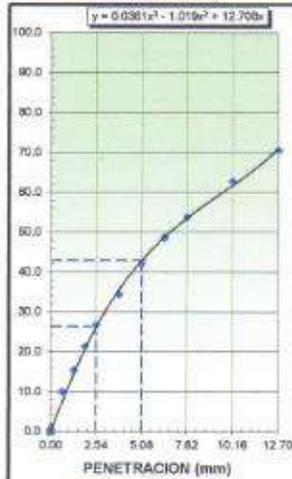
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

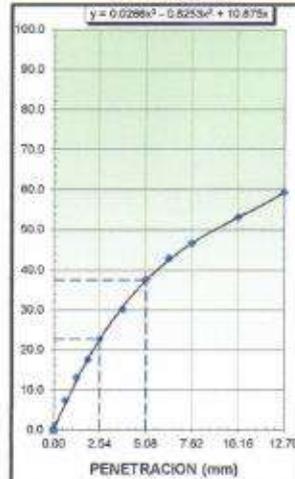
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. V.*  
J. A. L. V.  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. V.*  
J. A. L. V.  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

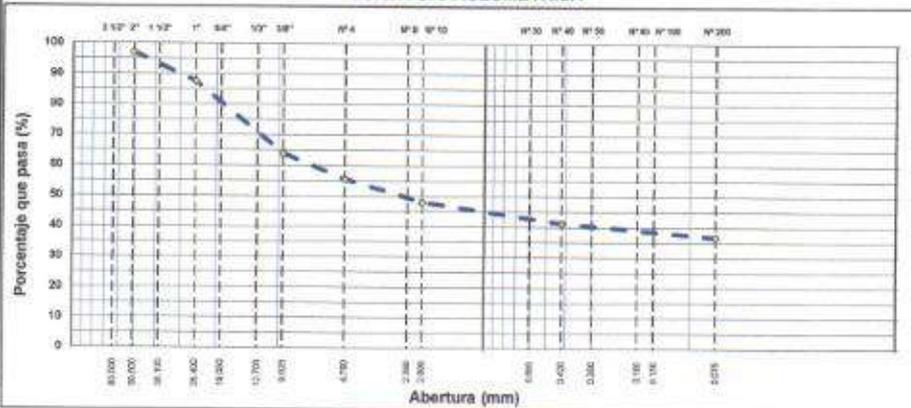
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	% Ret. Parc.	% Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.405,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4052,3	gr
2"	50.800	186,0	2,9	2,9	97,1	Peso fino	=	500,0	gr
1 1/2"	38.100	147,0	2,3	5,2	94,8	Limite liquido	=	43,2	%
1"	25.400	487,0	7,3	12,5	87,5	Limite plastico	=	27,0	%
3/4"	19.050	488,0	7,6	20,1	79,9	Indice plastico	=	16,2	%
1/2"	12.700	598,0	9,3	29,5	70,6	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(2)
3/8"	9.525	420,0	6,6	36,0	64,0	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	39,0	64,0	Max. Dens. Seca	=	1.797	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	546,0	8,5	44,5	55,5	Opt. Cont. Hum	=	12,42	%
# 8	2.360	37,5	4,2	48,7	51,3	CBR 0.1" (100%)	=	24,9	%
# 10	2.000	29,1	3,2	51,9	48,1	CBR 0.1" (98%)	=	21,2	%
# 30	0.600	46,6	5,2	57,1	42,9	Ensayo Malla #200	P.S. Deco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.426	15,3	1,7	58,8	41,2		6405,0	4052,3	36,7
# 50	0.300	10,8	1,2	60,0	40,0	% Grava	=	44,5	%
# 80	0.180	12,3	1,4	61,4	38,6	% Arena	=	16,7	%
# 100	0.150	8,7	1,0	62,3	37,7	% Fino	=	36,7	%
# 200	0.075	8,4	0,9	63,3	36,7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	331,1	36,7	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
FRACCIÓN		500,0				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		6.405,0				Coef. Curvatura	=		1,3
Descripción suelo:						Por. de Expansión	=		Estable

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Eddy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

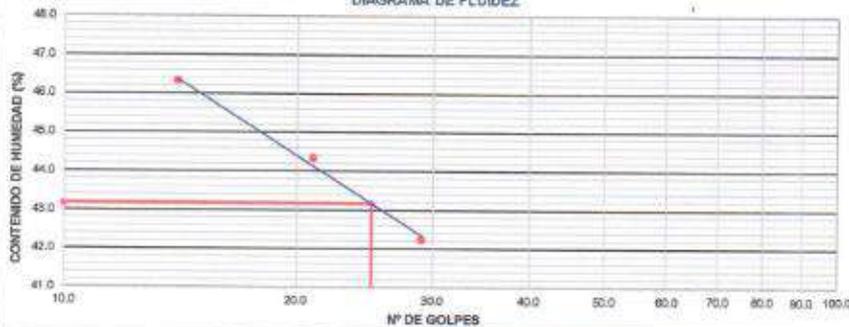
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.15	38.45	38.34
TARRO + SUELO SECO	29.89	29.77	29.46
AGUA	8.26	8.68	8.88
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	19.56	19.58	19.17
% DE HUMEDAD	42.23	44.33	46.32
N° DE GOLPES	29	21	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.12	26.78
TARRO + SUELO SECO	22.63	23.37
AGUA	3.49	3.41
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.46	13.12
% DE HUMEDAD	27.96	25.99

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	43.2
Límite Plástico	27.0
Índice Plástico	16.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eloy Flores Pérez*  
**Eloy Flores Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jose A. Lucero Valera*  
**Jose A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-0

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACION** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

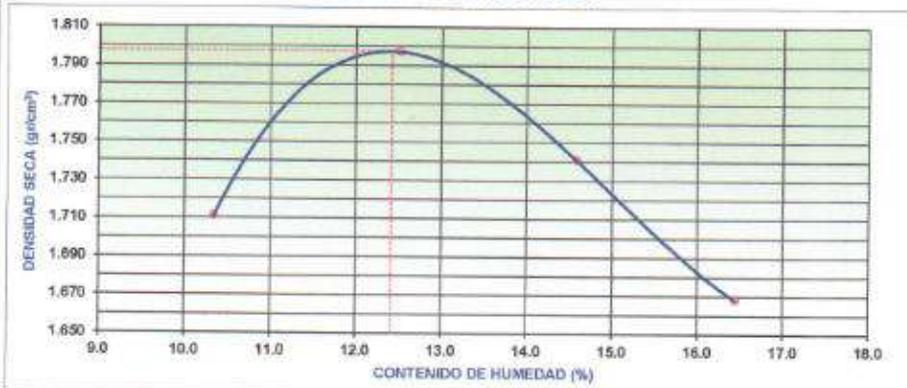
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10698	10982	10925	10813
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3991	4275	4218	4106
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.888	2.022	1.995	1.942
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.711	1.797	1.741	1.668

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	362.5	355.5	349.1	343.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	37.5	44.5	50.9	56.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	362.5	355.5	349.1	343.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.34	12.52	14.58	16.45
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635678

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

NTC E 132 - ASTM D 1093 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.797 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 12.4 %

**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	21	20	19
Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11990	12056	11984
Peso de molde (gr)	7716	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4274	4033	3849
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.023	1.918	1.822
Humedad (%)	12.11	11.79	12.25
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.804	1.714	1.623
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	312.2	313.1	311.8
Peso del Agua (gr)	37.8	36.9	36.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	312.2	313.1	311.8
Humedad (%)	12.11	11.79	12.25
Promed. de Humedad (%)	12.1	11.8	12.3

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	13:00:00	0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	13:00:00	24	62.0	1.8	1.3	66.0	2.2	1.9	109.0	2.8	2.4
10/03/2021	13:00:00	48	75.0	1.9	1.6	97.0	2.5	2.1	122.0	3.1	2.7
11/03/2021	13:00:00	88	90.0	2.3	2.0	108.0	2.7	2.3	133.0	3.4	2.9
12/03/2021	13:00:00	98	103.0	2.6	2.2	119.0	3.0	2.6	149.0	3.8	3.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	5			15	5			9	3		
1.270		36	11			28	9			22	7		
1.905		48	14			40	12			32	10		
2.540	70.3	60	18	17.7	25.2	51	15	15.1	21.4	43	13	12.5	17.8
3.810		80	23			71	21			69	17		
5.080	105.5	103	30	30.4	28.8	89	26	26.0	24.7	74	22	22.0	20.9
6.350		122	35			103	30			89	26		
7.620		141	41			118	34			102	30		
10.160		164	47			143	41			115	33		
12.700		191	55			162	47			127	37		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 18644



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

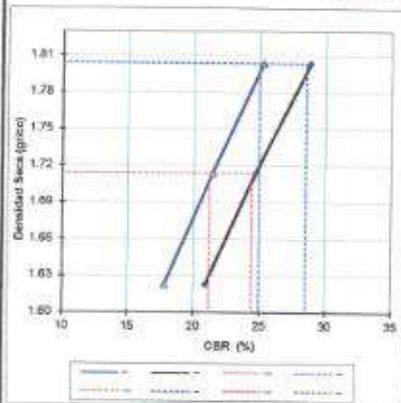
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 5+000 <b>CALICATA</b> : C-6 <b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3% de cal <b>TESISTA</b> : Leita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 8/03/2021
--	---

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 24.9	0.2": 26.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 21.2	0.2": 24.4

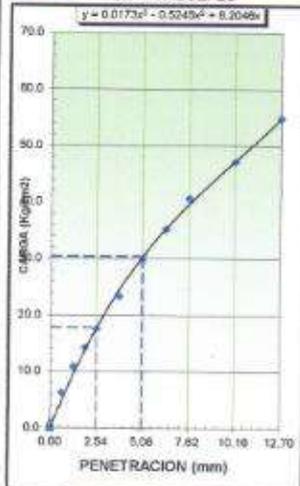
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.797	gr/cc
Óptimo Humedad	12.42	%

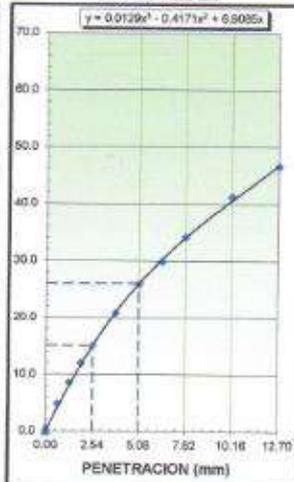
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

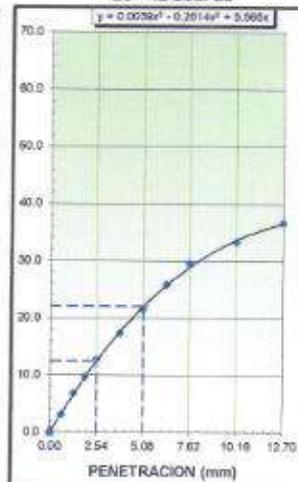
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C/P N° 16344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

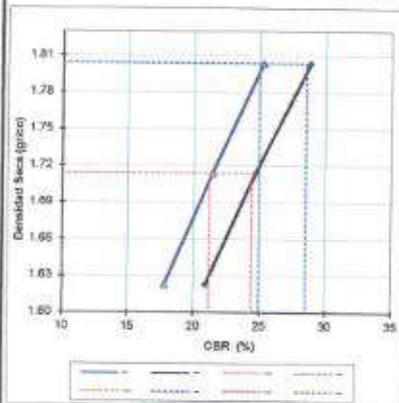
**TESISTA** : Leita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	24.9	0.2":	26.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	21.2	0.2":	24.4

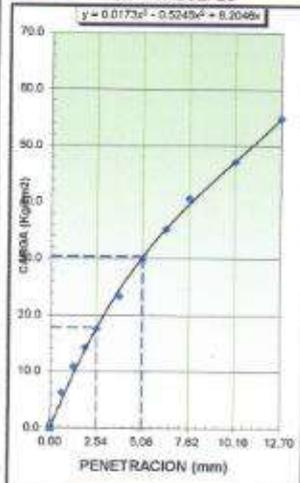
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.797	gr/cc
Óptimo Humedad	12.42	%

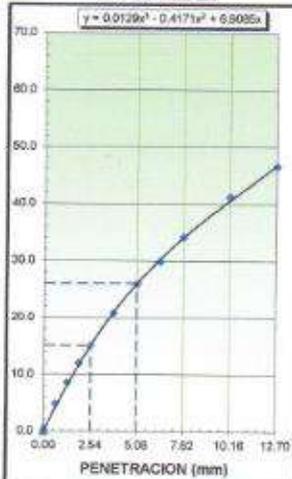
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

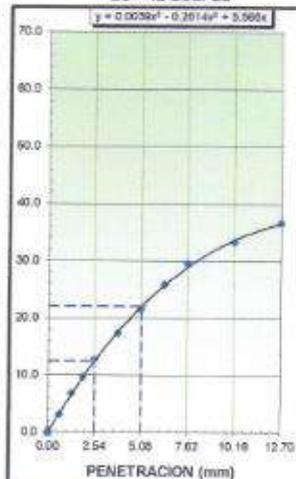
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C/P N° 16344



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 197, E 204 - ASTM D 432 - AASHTO T-11, T-27 y T-85

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

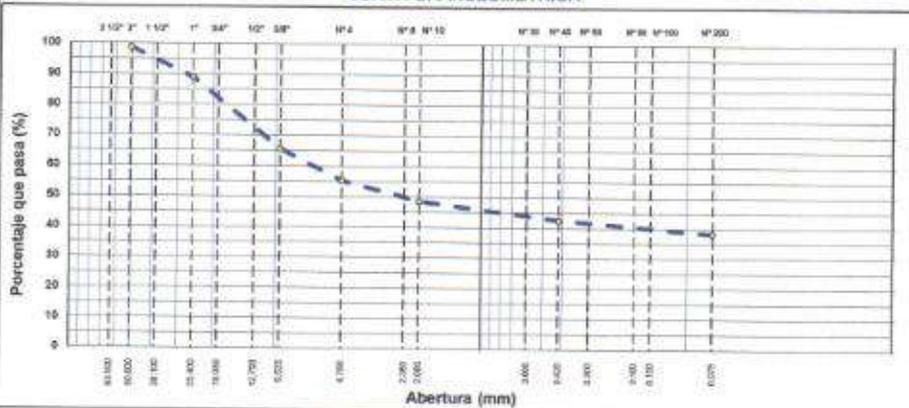
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.742,0 gr	
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4165,0 gr	
2"	50.800	87,0	1,3	1,3	98,7	Peso fino	=	500,0 gr	
1 1/2"	38.100	267,0	4,0	5,3	94,8	Limite líquido	=	39,7 %	
1"	25.400	388,0	5,8	11,0	89,0	Limite plastico	=	25,9 %	
3/4"	19.050	399,0	5,9	16,9	83,1	Indice plastico	=	13,8 %	
1/2"	12.700	566,0	8,4	25,3	74,7	Clasif. AASHTO	=	A-6 [2]	
3/8"	9.525	615,0	9,1	34,4	65,6	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	34,4	65,6	Max. Dens. Seca	=	1.775 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.760	695,0	10,3	44,8	55,3	Oct. Cont. Hum.	=	11,26 %	
# 8	2.360	34,7	3,8	48,6	51,4	CBR 0.1" (100%)	=	30,6 %	
# 10	2.000	25,3	2,8	51,4	48,6	CBR 0.1" (95%)	=	25,7 %	
# 30	0.600	35,6	4,0	55,3	44,7	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	19,4	2,1	57,5	42,5		6742,0	4165,0	38,2
# 50	0.300	8,6	1,0	58,4	41,6	% Grava	=	44,8 %	
# 80	0.180	10,9	1,2	59,6	40,4	% Arena	=	17,0 %	
# 100	0.150	6,7	0,7	60,4	39,6	% Fino	=	38,2 %	
# 200	0.075	12,7	1,4	61,8	38,2	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	345,9	38,2	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
FRACCIÓN		500,0				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		6.742,0				Coef. Curvatura	=	1,3	
						Pat. de Expansión	=		Estable

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Jairo Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Isaac A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76364



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-99

**PROYECTO :** "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV. :** Km. 5+000

**CALICATA :** C-8

**MEZCLA :** Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA :** Loña Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO :** E.F.P.

**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.12	39.84	39.37
TARRO + SUELO SECO	31.11	31.19	30.75
AGUA	8.01	8.45	8.62
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	21.03	21.05	20.59
% DE HUMEDAD	38.09	40.14	41.86
N° DE GOLPES	33	24	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.09	28.31
TARRO + SUELO SECO	24.35	24.63
AGUA	3.74	3.88
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	14.16	14.47
% DE HUMEDAD	26.41	25.43



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	39.7
Límite Plástico	25.9
Índice Plástico	13.8

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Luero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

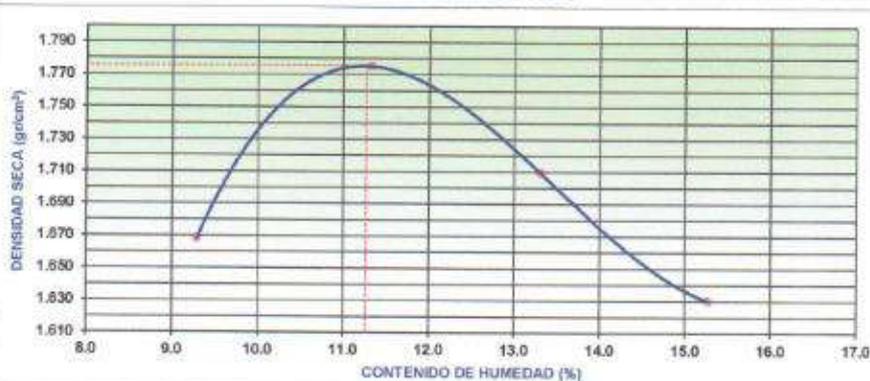
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10561	10885	10801	10678
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3854	4178	4094	3971
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.823	1.976	1.937	1.878
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.668	1.775	1.709	1.630

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	366.0	359.3	353.0	347.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	34.0	40.7	47.0	53.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	366.0	359.3	353.0	347.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.29	11.33	13.31	15.27
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.775	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ely Florés Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Antonio Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 77544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.775 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.3 %

CAPACIDAD : 5000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11875	11980	11801
Peso de molde (gr)	7716	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4159	3947	3748
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.968	1.875	1.774
Humedad (%)	11.11	11.46	11.29
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.771	1.682	1.594
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	315.0	314.0	314.5
Peso del Agua (gr)	35.0	36.0	35.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	315.0	314.0	314.5
Humedad (%)	11.11	11.46	11.29
Promed. de Humedad (%)	11.1	11.5	11.3

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	15:00:00	24	52.0	1.3	1.1	76.0	1.9	1.7	99.0	2.5	2.2
10/03/2021	15:00:00	48	65.0	1.7	1.4	87.0	2.2	1.9	112.0	2.8	2.4
11/03/2021	15:00:00	88	79.0	2.0	1.7	98.0	2.5	2.1	123.0	3.1	2.7
12/03/2021	15:00:00	96	93.0	2.4	2.0	109.0	2.8	2.4	139.0	3.5	3.0

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 31				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		26	8			19	6			15	5		
1.270		43	13			33	10			28	9		
1.905		58	17			47	14			40	12		
2.540	70.3	77	22	21.3	30.3	60	18	17.9	25.4	52	15	15.5	22.1
3.810		93	27			83	24			74	22		
5.080	105.5	120	35	35.1	33.3	103	30	29.8	28.2	89	26	26.3	24.9
6.350		136	39			116	34			104	30		
7.620		155	45			132	38			117	34		
10.160		176	51			147	42			130	38		
12.700		194	56			164	47			141	41		

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alarcón Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

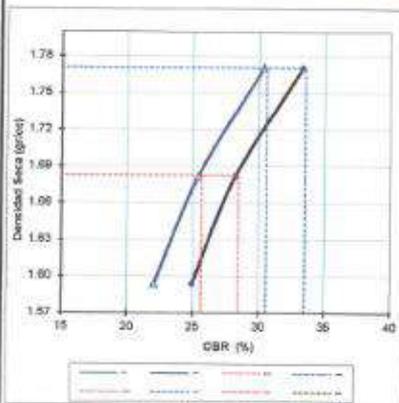
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 30.6	0.2": 33.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 25.7	0.2": 28.5

#### Datos del Proctor

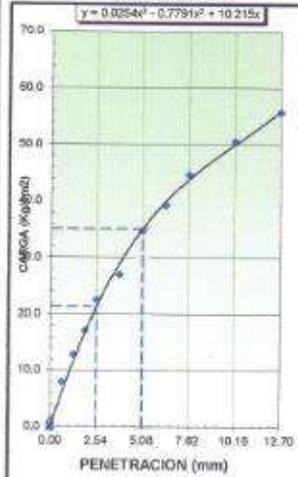
Max. Dens. Seca	1.775	gr/cc
Óptimo Humedad	11.26	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

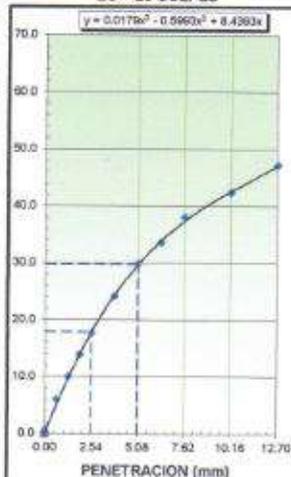
#### EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0254x^2 - 0.7791x + 10.215x$$



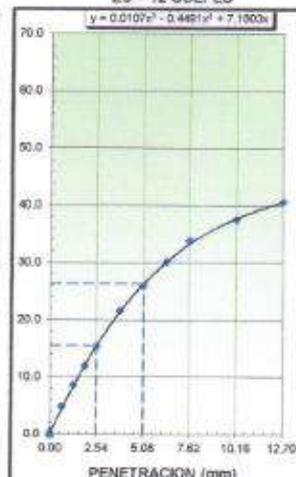
#### EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0176x^2 - 0.5963x + 8.4363x$$



#### EC = 12 GOLPES

$$y = 0.0107x^2 - 0.4451x + 7.1003x$$



INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
LEONARDO

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

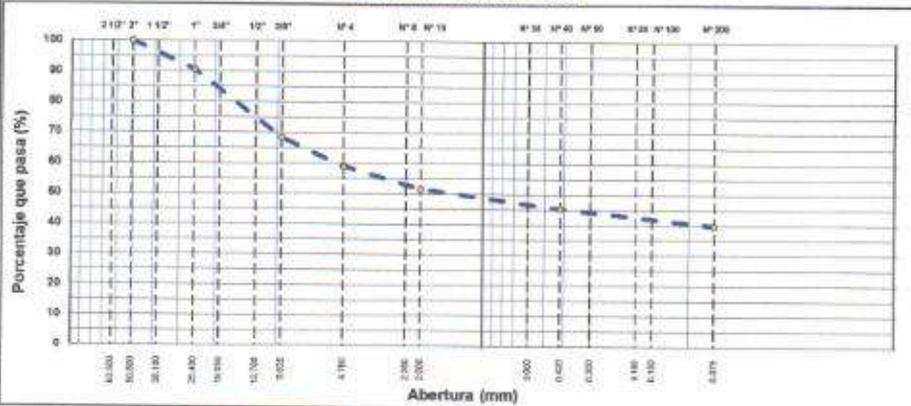
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.125,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3088,9	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	530,4	gr
1 1/2"	38.100	235,0	3,8	3,8	96,2	Límite líquido	=	36,4	%
1"	25.400	341,0	5,6	9,4	90,6	Límite plástico	=	24,0	%
3/4"	19.050	297,0	4,9	14,3	85,7	Índice plástico	=	12,4	%
1/2"	12.700	485,0	7,9	22,2	77,8	Clasif. AASHTO	=	A-6	[ 2 ]
3/8"	9.525	579,0	9,5	31,6	68,4	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	31,6	68,4	Max. Dens. Seca	=	1,756	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	578,0	9,4	41,1	58,9	Opt. Cont. Hum.	=	9,88	%
# 8	2.360	36,8	0,6	45,1	54,9	CBR 0,1" (100%)	=	36,2	%
# 10	2.000	30,0	0,5	46,4	51,6	CBR 0,1" (95%)	=	31,6	%
# 30	0.600	31,4	0,5	51,8	48,2	Ensayo Malla #200	P. S. Seco	P. S. Lavado	% 200
# 40	0.420	26,7	0,4	54,7	45,3		6125,0	3088,9	39,8
# 50	0.300	13,2	0,2	56,2	43,8	% Grava	=	41,1	%
# 80	0.180	12,5	0,2	57,5	42,5	% Arena	=	19,2	%
# 100	0.150	11,1	0,2	58,7	41,3	% Finc.	=	39,8	%
# 200	0.075	13,7	0,2	60,2	39,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	364,0	5,9	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
<b>FRACCIÓN</b>		539,4				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		<b>6.125,0</b>				Coef. Curvatura	=		1,1
						Pot. de Separación	=		Estable

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eduardo Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-40

<b>PROYECTO</b> :	"Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> :	E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> :	Km. 5+000	<b>ING. RESP.</b> :	J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> :	C-6	<b>FECHA</b> :	Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> :	Suelo natural + 7% de cal		
<b>TESISTA</b> :	Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores		

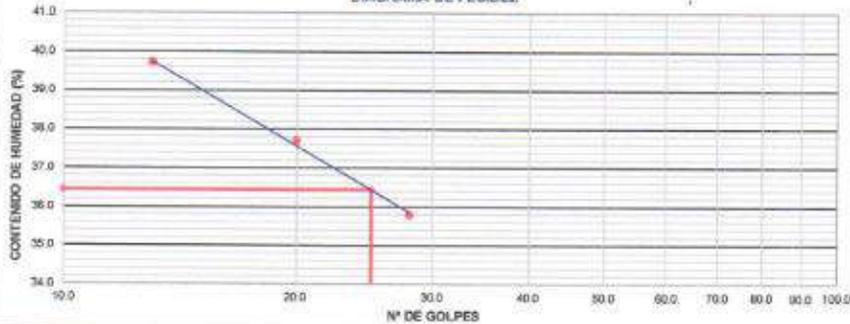
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.89	36.77	36.74
TARRO + SUELO SECO	29.84	29.51	29.71
AGUA	7.05	7.26	7.03
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	19.70	19.26	17.70
% DE HUMEDAD	35.79	37.89	39.72
N° DE GOLPES	28	20	13

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.99	25.78
TARRO + SUELO SECO	23.31	23.22
AGUA	2.68	2.56
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.85	11.00
% DE HUMEDAD	24.70	23.27

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	36.4
Límite Plástico	24.0
Índice Plástico	12.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 Efra Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 5+000

CALICATA : C-6

MUESTRA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

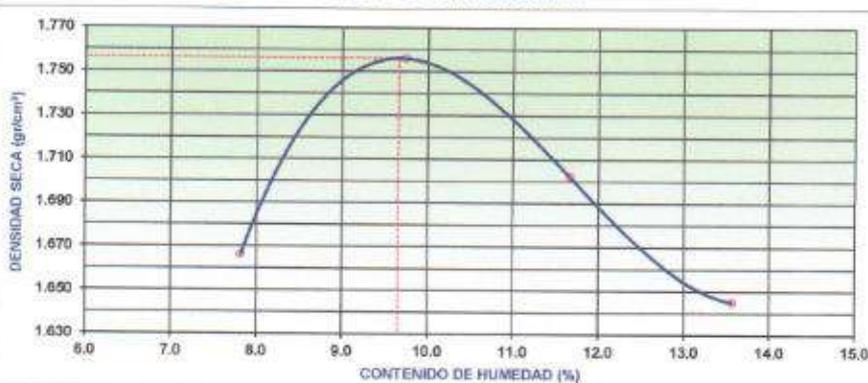
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10505	10781	10725	10657
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3798	4074	4018	3950
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.927	1.901	1.868
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.666	1.756	1.702	1.645

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	371.0	364.5	358.2	352.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	29.0	35.5	41.8	47.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	371.0	364.5	358.2	352.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.82	9.74	11.67	13.57

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.756      ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Elio Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bluceny Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1983 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.756 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 9.7 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1863 - AASHTO T-193

	21	20	19
Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11782	11886	11762
Peso de molde (gr)	7716	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4066	3853	3647
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	1.830	1.727
Humedad (%)	9.38	10.03	9.58
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.751	1.663	1.676
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	320.0	318.1	319.4
Peso del Agua (gr)	30.0	31.9	30.6
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	320.0	318.1	319.4
Humedad (%)	9.38	10.03	9.58
Promed. de Humedad (%)	9.4	10.0	9.6

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	14:00:00	24	39.0	1.0	0.8	64.0	1.6	1.4	85.0	2.2	1.8
10/03/2021	14:00:00	48	53.0	1.3	1.2	73.0	1.9	1.8	99.0	2.6	2.2
11/03/2021	14:00:00	88	64.0	1.6	1.4	84.0	2.1	1.8	110.0	2.8	2.4
12/03/2021	14:00:00	96	80.0	2.0	1.7	99.0	2.5	2.2	124.0	3.1	2.7

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		29	9			20	6			14	5		
1.270		53	16			39	12			33	10		
1.905		77	22			58	17			50	15		
2.540	70.3	90	26	26.0	37.8	77	22	21.9	31.2	68	20	19.5	27.7
3.810		121	35			104	30			94	27		
5.080	105.5	153	44	45.3	42.9	131	38	38.1	36.1	114	33	33.2	31.4
6.350		182	52			155	45			134	39		
7.620		211	61			173	50			147	42		
10.160		243	70			205	59			165	47		
12.700		284	81			231	66			181	52		

**INGEONORT S.A.C.**

*Ely Flores Pérez*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Quintero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

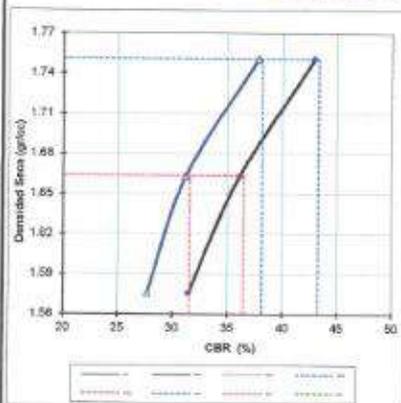
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 5+000  
**CALICATA** : C-6  
**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 8/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. A/ 100% De M.D.S. (%)	0.1":	38.2	0.2":	43.3
C.B.R. A/ 95% De M.D.S. (%)	0.1":	31.6	0.2":	36.5

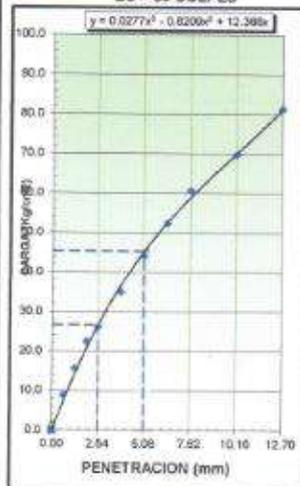
**Datos del Proctor**

Max Dens Seca	1.756	gr/cc
Optimo Humedad	9.56	%

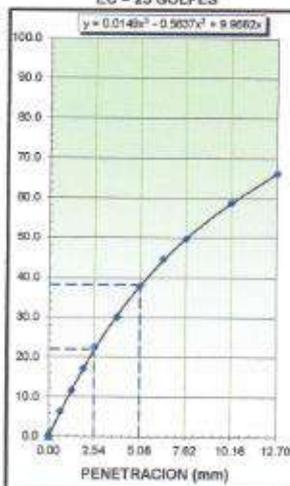
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

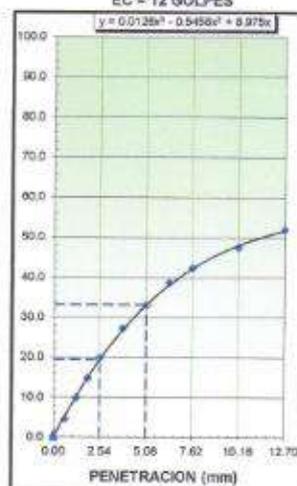
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*Eloy Flores Pérez*  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Bucero Valera*  
 José A. Bucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-86

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

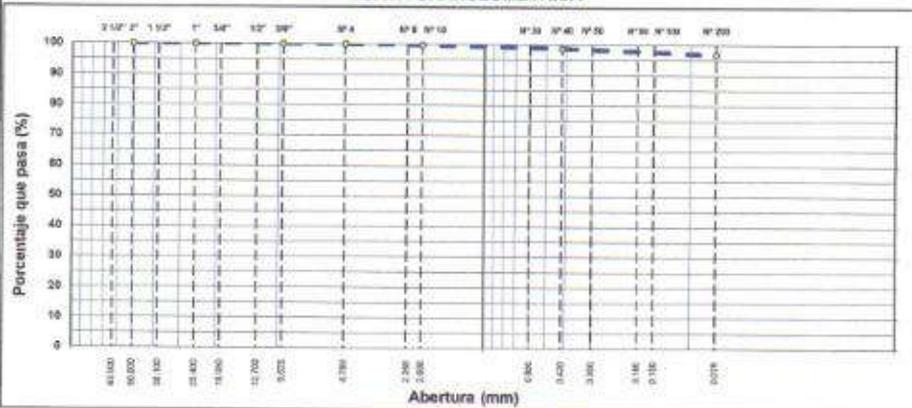
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	489.5	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	15.4	gr
2"	50.800					Peso fino	=	489.5	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	54.0	%
1"	25.400					Límite plástico	=	47.8	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	36.2	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-6	16
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.554	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760					Coef. Cont. Hum.	=	26.31	%
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	16.4	%
# 10	2.000	1.0	0.2	0.2	99.8	CBR 0.1" (50%)	=	12.4	%
# 30	0.600	2.1	0.4	0.6	99.4	Ensayo Mata #200	P. S. Seco	P. S. Lavado	% 200
# 40	0.420	2.3	0.5	1.1	98.9		489.5	19.4	96.9
# 50	0.300	0.5	0.1	1.2	98.8	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	2.9	0.6	1.8	98.2	% Arena	=	3.1	%
# 100	0.150	3.1	0.6	2.4	97.6	% Fino	=	96.9	%
# 200	0.075	3.5	0.7	3.1	96.9	% Humedad	P. S. H.	P. S. S.	%
< # 200	FONDO	474.1	96.9	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		489.5				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		489.5				Coef. Curvatura	=		1.1
						Por. de Expansión	=		Estable

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Lelia Tenorio Segura*  
Lelia Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Guerrero Valera*  
Jose A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-7	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Lela Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

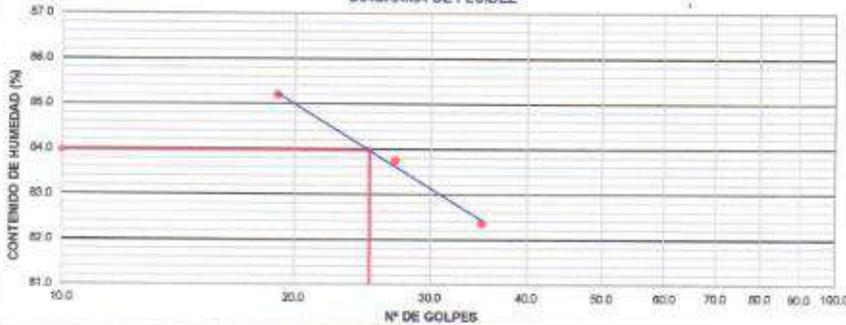
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.95	35.73	35.81
TARRO + SUELO SECO	24.38	24.09	24.07
AGUA	11.57	11.64	11.74
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	14.05	13.90	13.78
% DE HUMEDAD	82.35	83.74	85.20
N° DE GOLPES	35	27	19

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.11	28.03
TARRO + SUELO SECO	22.32	22.26
AGUA	5.79	5.77
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.17	12.01
% DE HUMEDAD	47.58	48.04

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	84.0
Límite Plástico	47.8
Índice Plástico	36.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
**Eloy Florén Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : 'A'

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

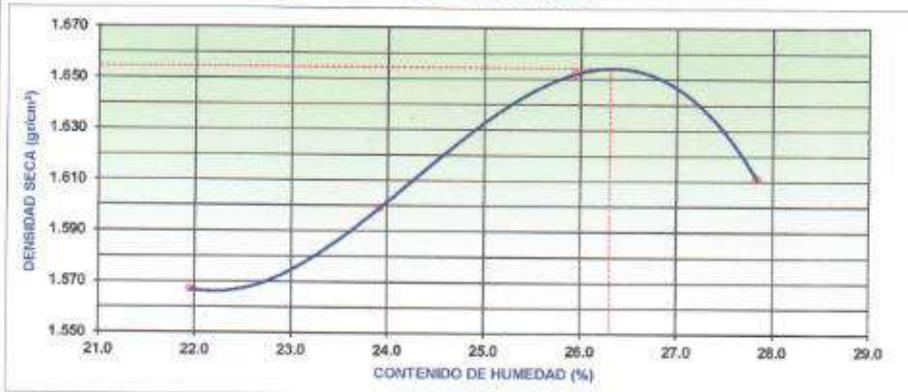
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5865	5931	6025	6005
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1800	1866	1960	1940
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.981	2.081	2.059
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.587	1.598	1.652	1.611

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	328.0	322.8	317.6	312.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	72.0	77.2	82.4	87.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	328.0	322.8	317.6	312.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.95	23.92	25.94	27.84

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** 1.654      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 26.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flórez Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.854 g/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 26.3 %

CAPACIDAD : 8000 Kg

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	6	5	4
N° Capas	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12730	12345	12173
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4395	4186	3943
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.086	1.986	1.869
Humedad (%)	26.45	26.67	25.85
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.650	1.566	1.486
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	276.8	276.3	278.1
Peso del Agua (gr)	73.2	73.7	71.9
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	276.8	276.3	278.1
Humedad (%)	26.45	26.67	25.85
Promed. de Humedad (%)	26.5	26.7	25.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	09:00:00	24	86.0	2.2	1.9	121.0	3.1	2.6	135.0	3.4	2.9
10/03/2021	09:00:00	48	107.0	2.7	2.3	137.0	3.5	3.0	151.0	3.8	3.3
11/03/2021	09:00:00	86	119.0	3.0	2.6	161.0	4.1	3.5	187.0	4.7	4.1
12/03/2021	09:00:00	96	130.0	3.3	2.8	185.0	4.7	4.0	205.0	5.2	4.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	3			6	2			3	1		
1.270		19	6			11	4			8	3		
1.905		30	9			19	6			15	5		
2.540	70.3	42	13	12.7	18.1	28	9	8.5	12.1	22	7	6.8	9.6
3.810		61	18			43	13			34	10		
5.080	105.5	83	24	23.4	22.2	55	16	16.1	15.3	43	13	13.0	12.4
6.350		99	29			67	20			55	16		
7.620		111	32			79	23			64	19		
10.160		128	37			94	27			73	21		
12.700		147	42			111	32			84	24		

INGEONORT S.A.C.

*Flóres Pérez*  
 Flóres Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carreteras Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

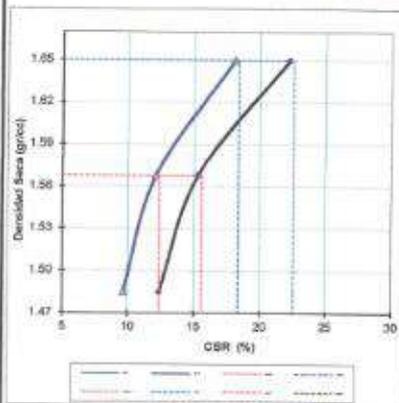
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	18.4	0.2":	22.6
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	12.4	0.2":	15.6

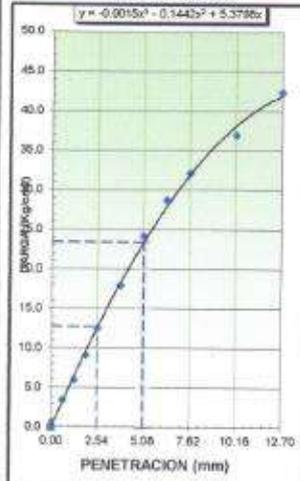
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.654	g/cc
Óptimo Humedad	26.31	%

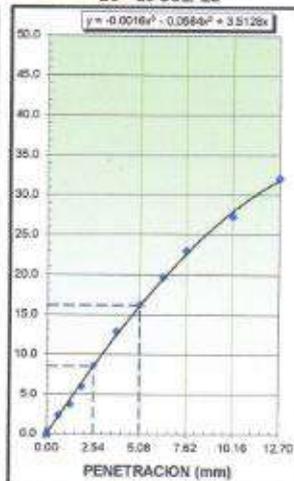
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

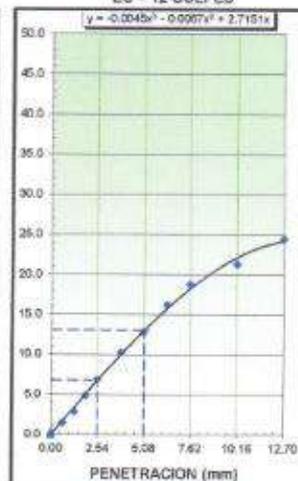
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

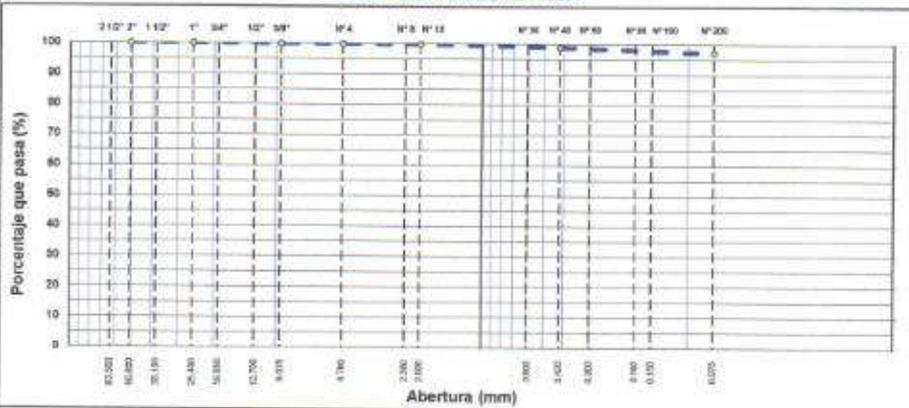
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso total = 495.7 gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado = 14.3 gr
2"	50.800					Peso fino = 495.4 gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido = 81.5 %
1"	25.400					Límite plástico = 50.8 %
3/4"	19.050					Índice plástico = 30.7 %
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO = A-7.5 [16]
3/8"	9.525	0.3				Clasif. SUCCS = MH
1/4"	6.350	0.0				Max. Dens. Seca = 1.623 (gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	0.0				Opt. Cont. Hum. = 27.29 %
# 8	2.360	0.0			99.9	CBR 0.1" (100%) = 21.3 %
# 10	2.000	0.5	0.1	0.2	99.8	CBR 0.1" (95%) = 17.7 %
# 30	0.600	1.8	0.4	0.5	99.6	Ensayo Malla #200
# 40	0.420	2.5	0.5	1.0	99.0	P.S. Seco
# 50	0.300	0.8	0.2	1.2	98.8	P.S. Lavado
# 80	0.180	2.5	0.5	1.7	98.3	W 200
# 100	0.150	2.7	0.5	2.2	97.8	% Grava = 0.1 %
# 200	0.075	3.2	0.6	2.9	97.1	% Arena = 2.8 %
< # 200	FONDO	481.4	97.1	100.0	0.0	% Fino = 97.1 %
FINO		495.4				% Humedad
TOTAL		495.7				P.S.H. P.S.G. %
						204.8 141.5 44.7%
						Coef. Uniformidad = Índice de Consistencia
						Coef. Curvatura = 1.2
						Pot. de Expansión = Estable

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José Flores Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78341



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

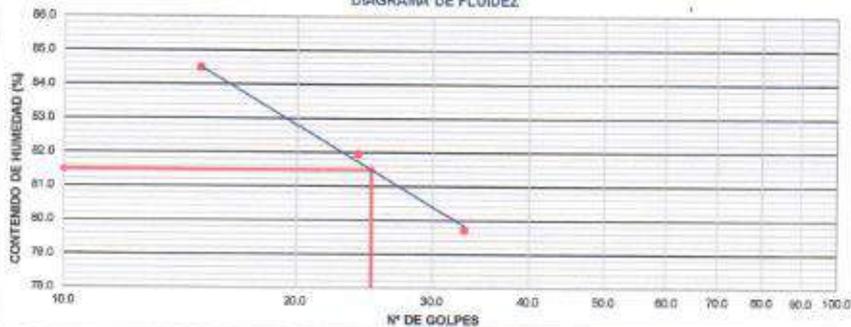
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.24	38.65	38.44
TARRO + SUELO SECO	25.75	25.81	25.49
AGUA	12.49	12.84	12.95
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	15.67	15.67	15.33
% DE HUMEDAD	79.71	81.94	84.47
N° DE GOLPES	33	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.37	26.48
TARRO + SUELO SECO	20.89	21.02
AGUA	5.48	5.46
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	10.70	10.86
% DE HUMEDAD	51.21	50.28

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	81.5
Límite Plástico	50.8
Índice Plástico	30.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

Jair Flores Pérez  
LABORADOR

**INGEONORT S.A.C.**

José A. Macero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 110 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

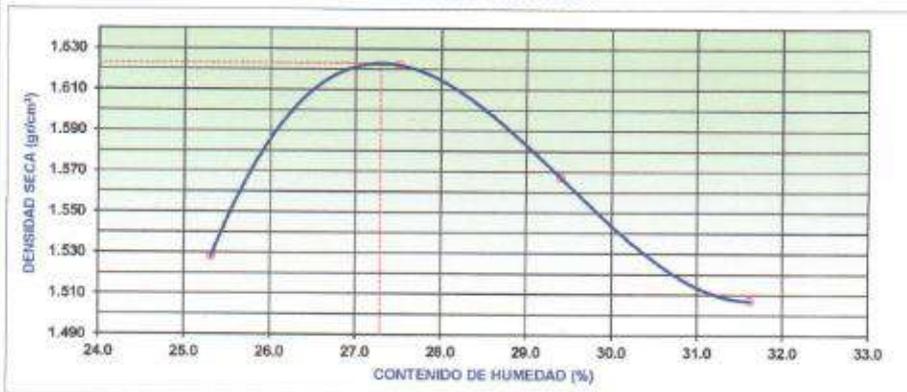
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5869	6013	5975	5934
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1804	1948	1910	1869
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	2.068	2.028	1.984
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.528	1.822	1.567	1.507

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	319.2	313.7	309.1	303.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	80.8	86.3	90.9	96.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	319.2	313.7	309.1	303.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.31	27.51	29.41	31.62
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.623	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		27.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
E. J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Luero Valera*  
José A. Luero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1993 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.623 g/cm<sup>3</sup>  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 27.3 %

**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	9	8	7
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12452	12175	12212
Peso de molde (gr)	8103	8046	8267
Peso del suelo húmedo (gr)	4349	4129	3925
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.056	1.949	1.855
Humedad (%)	27.13	26.86	27.46
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.617	1.536	1.455
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	275.3	275.9	274.6
Peso del Agua (gr)	74.7	74.1	75.4
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	275.3	275.9	274.6
Humedad (%)	27.13	26.86	27.46
Promed. de Humedad (%)	27.1	26.9	27.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	10:00:00	24	75.0	1.9	1.6	107.0	2.7	2.3	122.0	3.1	2.7
10/03/2021	10:00:00	48	94.0	2.4	2.0	122.0	3.1	2.7	137.0	3.5	3.6
11/03/2021	10:00:00	68	107.0	2.7	2.3	147.0	3.7	3.2	174.0	4.4	3.8
12/03/2021	10:00:00	96	116.0	2.9	2.5	174.0	4.4	3.8	191.0	4.9	4.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		12	4			10	3			5	2		
1.270		27	8			20	6			18	6		
1.905		38	11			31	9			28	9		
2.540	70.3	50	15	14.8	21.1	41	12	12.3	17.4	37	11	10.8	15.4
3.810		69	20			58	17			51	15		
5.080	105.5	93	27	27.0	25.6	77	22	22.5	21.3	66	19	19.5	18.5
6.350		112	32			94	27			80	23		
7.620		131	38			109	32			93	27		
10.160		150	43			127	37			106	31		
12.700		174	50			149	43			123	36		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Lucero Natera*  
 Jairo Lucero Natera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.U.P. N° 76544



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

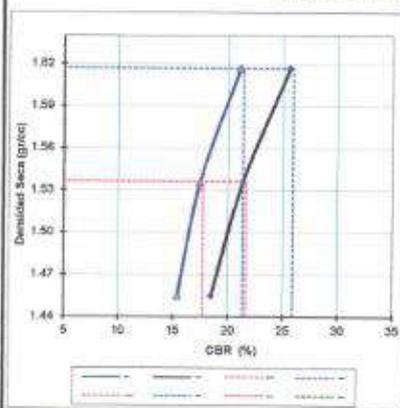
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-7	<b>FECHA</b> : 8/03/2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 5% de cal	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	21.3	0.2":	25.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	17.7	0.2":	21.6

#### Datos del Proctor

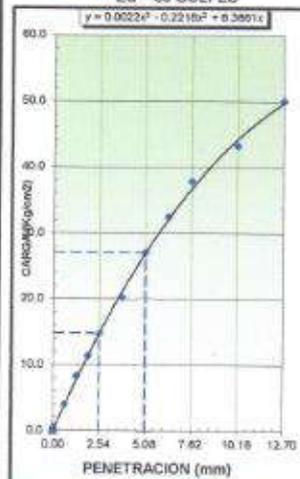
Máx. Dens. Seca	1.623	gr/cc
Óptimo Humedad	27.29	%

#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

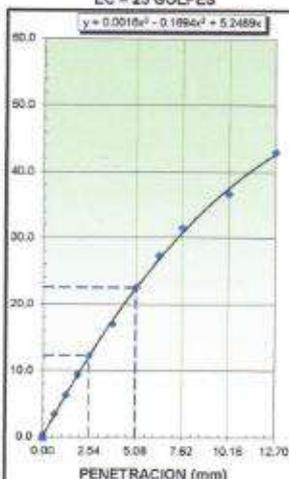
EC = 56 GOLPES

$$y = 0.0022x^2 - 0.2216x + 6.3861x$$



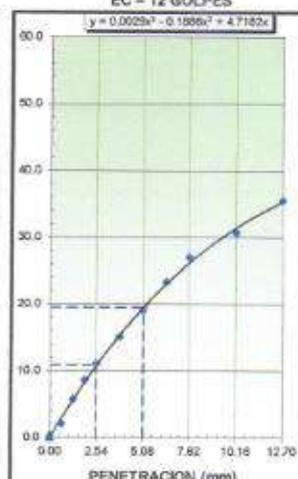
EC = 25 GOLPES

$$y = 0.0016x^2 - 0.1694x + 5.2489x$$



EC = 12 GOLPES

$$y = 0.0029x^2 - 0.1886x + 4.7182x$$



INGEONORT S.A.C.

J. Floris Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 107, E 204 - ASTM D 452 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

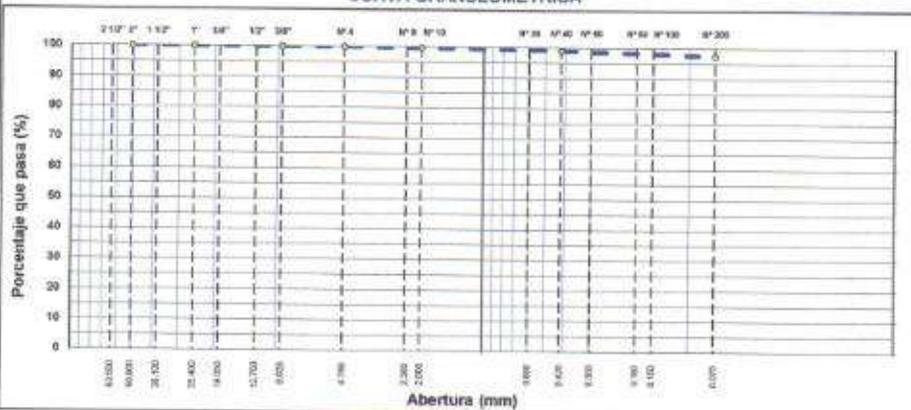
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	12.6	gr
2"	50.800					Peso fino	=	489.7	gr
1 1/2"	38.100					Limite liquido	=	76.4	%
1"	25.400					Limite plastico	=	52.1	%
3/4"	19.050					Indice plastico	=	24.3	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(18)
3/8"	9.525	0.3				Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0				Max. Dens. Seca	=	1.607	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	0.0				Coef. Cont. Hum.	=	28.41	%
# 8	2.360	0.0			99.9	CBR 0.1" (100%)	=	23.0	%
# 10	2.000	0.8	0.2	0.2	99.8	CBR 0.1" (95%)	=	15.3	%
# 30	0.600	1.5	0.3	0.5	99.5	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	2.2	0.4	1.0	99.0		500.0	12.6	97.5
# 50	0.300	1.0	0.2	1.2	98.8	% Grava	=	0.1	%
# 60	0.180	2.3	0.5	1.6	98.4	% Arena	=	2.5	%
# 100	0.150	2.4	0.5	2.1	97.9	% Fino	=	97.5	%
# 200	0.075	2.1	0.4	2.5	97.5	% Humedad	P.S.H.	P.S.B.	%
< # 200	FONDO	487.4	97.5	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		499.7				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		500.0				Coef. Curvatura	=		1.3

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 E.F. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.E.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 99 Y T 98

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.48	36.77	36.72
TARRO + SUELO SECO	25.17	25.25	25.82
AGUA	11.32	11.52	10.90
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	15.03	15.00	13.81
% DE HUMEDAD	75.32	76.80	78.93
N° DE GOLFES	30	24	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.45	27.26
TARRO + SUELO SECO	22.28	22.14
AGUA	5.17	5.12
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	9.82	9.82
% DE HUMEDAD	52.65	51.61

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	76.4
Límite Plástico	52.1
Índice Plástico	24.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Ella Flores Pérez*  
Ella Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Guerrero Valera*  
José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1587

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

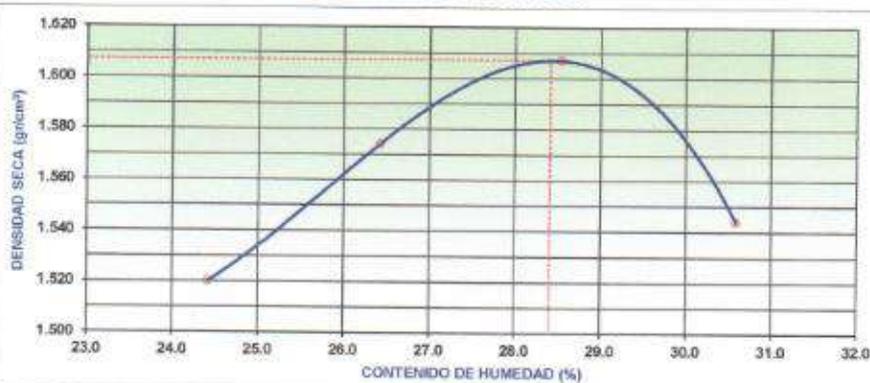
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5847	5939	6011	5964
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1782	1874	1946	1899
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.892	1.989	2.066	2.016
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.574	1.607	1.544

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	321.5	316.4	311.2	306.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	78.5	83.6	88.8	93.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	321.5	316.4	311.2	306.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.42	26.42	28.53	30.59
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.607	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		28.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E.F.P.*  
E.F.P. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J.A.L.V.*  
José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 8/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.607 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 28.4 %

CAPACIDAD : 5000 Kg

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	12	11	10
Molde N°	12	11	10
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12445	12122	12045
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4433	4087	4015
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.062	1.951	1.845
Humedad (%)	28.63	28.11	27.88
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.603	1.523	1.443
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	272.1	273.2	273.7
Peso del Agua (gr)	77.9	76.8	76.3
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	272.1	273.2	273.7
Humedad (%)	28.63	28.11	27.88
Promed. de Humedad (%)	28.6	28.1	27.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/03/2021	11:00:00	24	62.0	1.6	1.3	94.0	2.4	2.0	109.0	2.8	2.4
10/03/2021	11:00:00	48	80.0	2.0	1.7	109.0	2.8	2.4	124.0	3.1	2.7
11/03/2021	11:00:00	88	94.0	2.4	2.0	135.0	3.4	2.9	161.0	4.1	3.5
12/03/2021	11:00:00	98	102.0	2.6	2.2	154.0	3.9	3.3	176.0	4.5	3.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		21	7			15	5			12	4		
1.270		38	11			27	8			24	7		
1.905		52	15			37	11			30	9		
2.540	70.3	64	19	18.1	25.7	47	14	14.2	20.2	39	12	11.7	16.6
3.810		74	22			64	19			53	16		
5.080	105.5	101	29	29.7	28.2	81	24	23.9	22.6	66	19	20.1	19.0
6.350		118	34			96	28			80	23		
7.620		130	38			108	31			93	27		
10.160		149	43			123	36			108	31		
12.700		167	48			145	42			125	36		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
 José A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

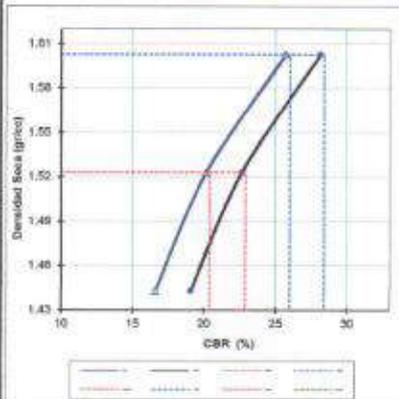
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 6+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 8/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.0	0.2": 28.4
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1": 20.4	0.2": 22.9

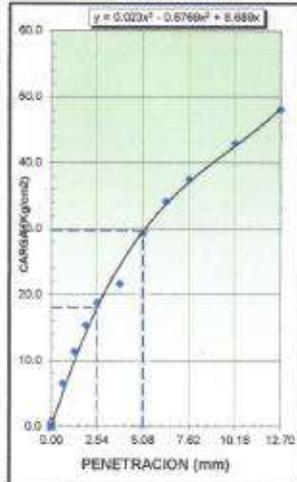
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.607	gr/cc
Optimo Humedad	28.41	%

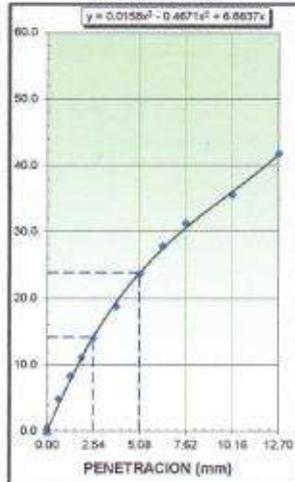
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

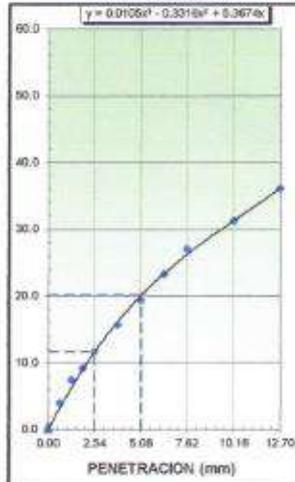
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*J. Flores Pérez*  
J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.F. N° 76711



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

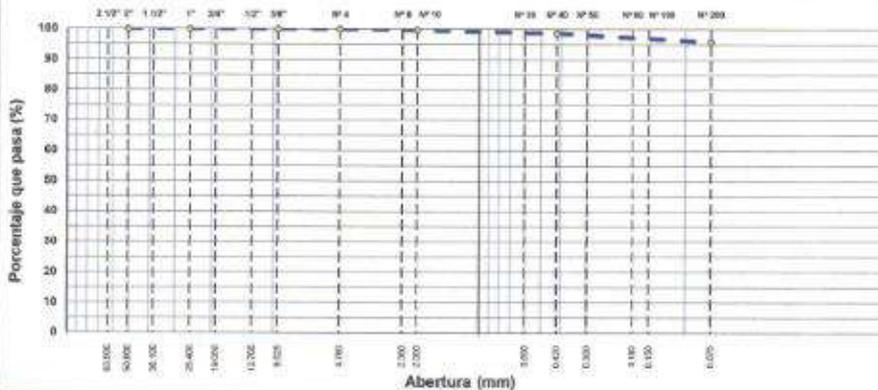
Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	21.0	gr
2"	50.800					Peso fino	=	500.0	gr
1 1/2"	38.100					Limite líquido	=	81.8	%
1"	25.400					Limite plastico	=	34.0	%
3/4"	19.050					Indice plastico	=	47.6	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	16
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.688	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750					Oct. Cont. Hum.	=	18.14	%
# 8	2.360				100.0	GBR 0.1" (100%)	=	16.0	%
# 10	2.000	1.8	0.4	0.4	99.6	GBR 0.1" (95%)	=	11.5	%
# 30	0.600	1.7	0.3	0.7	99.3	Ensayo Mallo #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	3.0	0.6	1.3	98.7		500.0	21.0	95.8
# 50	0.300	1.3	0.3	1.6	98.4	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	2.3	0.5	2.0	98.0	% Arena	=	4.2	%
# 100	0.150	4.8	1.0	3.0	97.0	% Fino	=	95.8	%
# 200	0.075	6.1	1.2	4.2	95.8	% Humedad	P.S.H.	P.S.B.	%
< # 200	FONDO	479.0	95.8	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		500.0				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		500.0				Coef. Curvatura	=		0.8

Descripción suelo:

Pol. de Expansión: Muy Alto

Compacto

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Florido Pérez*  
J. Florido Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 49 Y T 99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 7+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-8	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.12	37.45	36.78
TARRO + SUELO SECO	25.75	25.19	24.68
AGUA	12.37	12.26	12.10
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	15.42	15.00	14.39
% DE HUMEDAD	80.22	81.73	84.09
N° DE GOLPES	34	26	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.45	27.13
TARRO + SUELO SECO	22.32	22.85
AGUA	4.13	4.28
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.17	12.60
% DE HUMEDAD	33.94	33.97



Constantes físicas de las muestras	
Límite Líquido	81.8
Límite Plástico	34.0
Índice Plástico	47.8

**Observ.:**  
 Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 86344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1587

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

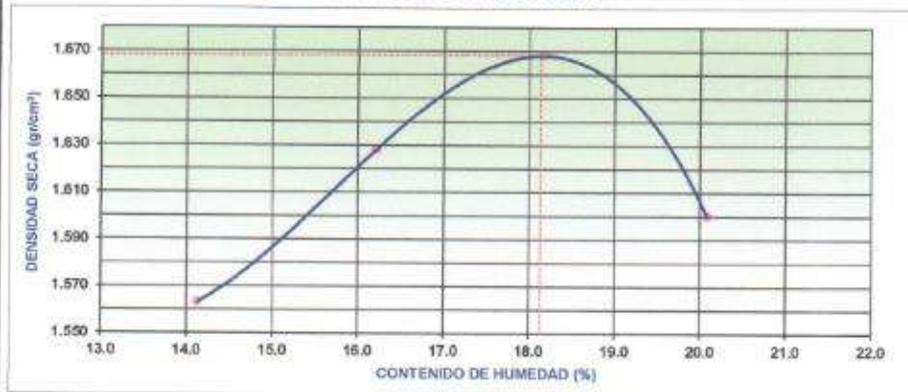
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5745	5847	5922	5875
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1680	1782	1857	1810
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.783	1.892	1.971	1.921
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.563	1.628	1.668	1.600

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.5	344.2	338.5	333.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.5	55.8	61.5	66.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.5	344.2	338.5	333.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.12	16.21	18.17	20.08
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.668	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.1

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José de Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 18344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

NTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.668 g/cm<sup>3</sup>  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 18.1 %

CAPACIDAD : 8000 Kg  
ANILLO : 1

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	5	5	4			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12485		12106		11968	
Peso de molde (gr)	8335		8159		8230	
Peso del suelo húmedo (gr)	4130		3947		3738	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107		2108		2110	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.960		1.873		1.772	
Humedad (%)	17.92		18.60		18.44	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.662		1.579		1.496	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	296.8		295.1		295.5	
Peso del Agua (gr)	53.2		54.9		54.5	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	296.8		295.1		295.5	
Humedad (%)	17.92		18.60		18.44	
Promed. de Humedad (%)	17.9		18.6		18.4	

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/03/2021	09:00:00	24	88.0	2.2	1.9	108.0	2.7	2.3	121.0	3.1	2.6
12/03/2021	09:00:00	48	103.0	2.6	2.2	126.0	3.3	2.6	142.0	3.6	3.1
13/03/2021	09:00:00	88	115.0	2.9	2.5	165.0	4.2	3.6	178.0	4.5	3.9
14/03/2021	09:00:00	96	125.0	3.2	2.7	184.0	4.7	4.0	196.0	5.0	4.3

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	3			5	2			2	1		
1.270		16	5			11	4			6	2		
1.905		27	8			18	6			13	4		
2.540	70.3	39	12	11.1	15.7	26	8	7.9	11.2	20	6	6.2	8.8
3.810		56	17			39	12			32	10		
5.080	105.5	68	20	20.5	19.4	52	15	15.2	14.4	41	12	12.4	11.7
6.350		84	24			63	19			53	16		
7.620		97	28			75	22			62	18		
10.160		118	34			92	27			71	21		
12.700		132	38			107	31			82	24		

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
Flora Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Videra*  
José A. Lucero Videra  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 76364



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesionados, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de cal

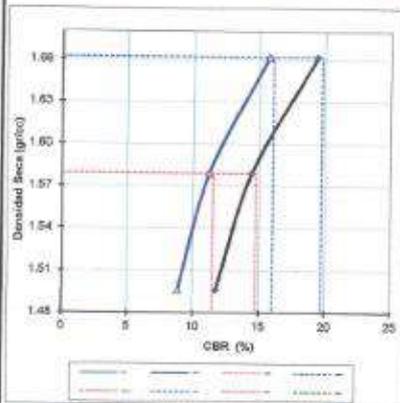
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 16.0	0.2": 19.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 11.5	0.2": 14.8

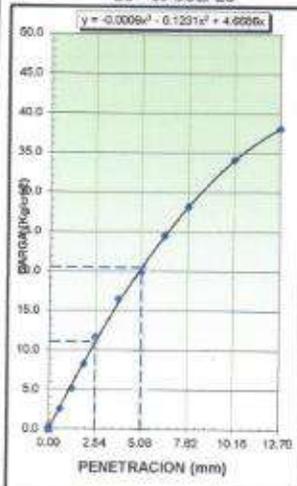
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.668	gr/cc
Óptimo Humedad	18.14	%

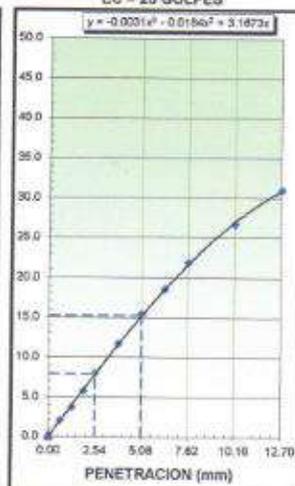
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

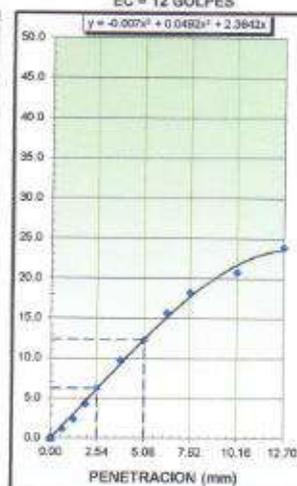
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jeir Ronaldo Zegarra Flores*  
José A. Lucero Vatera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTS E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-28

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

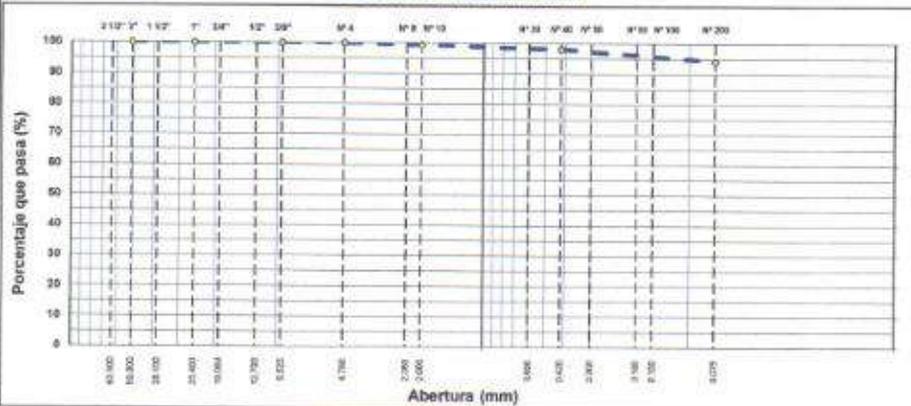
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	550.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	32.1	gr
2"	50.800					Peso fino	=	550.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	76.3	%
1"	25.400					Límite plástico	=	34.9	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	41.5	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-6	16
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.698	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760					Opt. Cmt. Hum.	=	16.70	%
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	22.2	%
# 10	2.000	3.1	0.6	0.6	99.4	CBR 0.1" (36%)	=	16.1	%
# 30	0.600	2.6	0.5	1.1	98.9	Ensayo Mata #200	P. S. Seco.	P. S. Lavado	% 200
# 40	0.420	4.7	0.9	1.9	98.1		520.0	32.1	94.2
# 50	0.300	3.1	0.6	2.5	97.5	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	4.7	0.9	3.3	96.7	% Arena	=	5.8	%
# 100	0.150	7.8	1.4	4.8	95.3	% Fino	=	94.2	%
# 200	0.075	5.9	1.1	5.8	94.2	% Humedad	P. S. H.	P. S. S.	%
< # 200	FONDO	517.9	94.2	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		550.0				Coef. Uniformidad	=		Índice de Coesividad
TOTAL		550.0				Coef. Curvatura	=		0.8
						Por. de Expansión	=	Muy Alto	Compacto

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jairo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Quere Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.F.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T 69 Y T 90

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos; carretera Peña Blanca km. (0-000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 7+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-8	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 5% de cal	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zogarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.11	38.43	36.85
TARRO + SUELO SECO	25.53	25.00	24.89
AGUA	11.58	11.43	11.76
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	15.45	14.88	14.73
% DE HUMEDAD	74.95	76.92	79.84
N° DE GOLPES	31	23	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	27.73
TARRO + SUELO SECO	23.15	23.17
AGUA	4.49	4.56
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.98	13.01
% DE HUMEDAD	34.65	35.05



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	76.3
Límite Plástico	34.9
Índice Plástico	41.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Ely Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

#### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

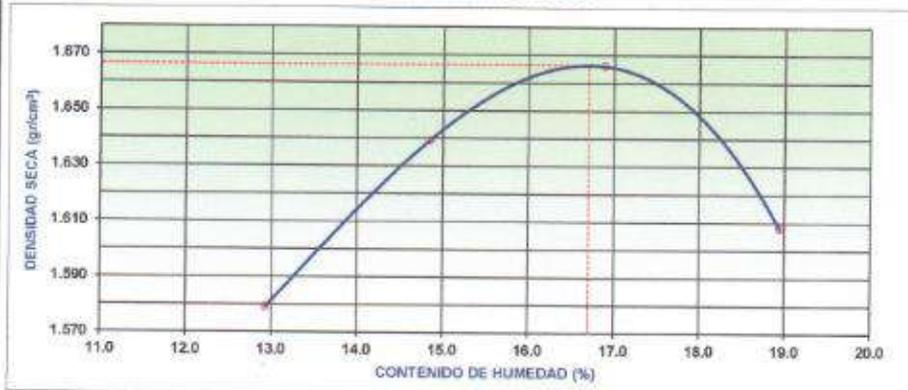
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5745	5838	5899	5867
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1680	1773	1834	1802
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.783	1.882	1.947	1.913
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.579	1.639	1.666	1.608

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	354.2	348.3	342.2	336.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	45.8	51.7	57.8	63.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	354.2	348.3	342.2	336.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.93	14.84	16.89	18.94
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.666	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.7

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E.F.P.*  
E.F.P. Florda Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J.A.L.V.*  
Jair A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 36344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

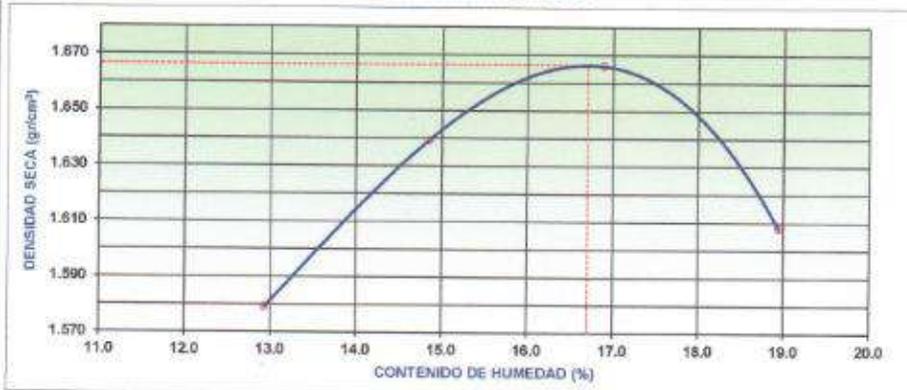
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5745	5838	5899	5867
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1680	1773	1834	1802
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.783	1.882	1.947	1.913
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.579	1.639	1.666	1.508

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	354.2	348.3	342.2	336.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	45.8	51.7	57.8	63.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	354.2	348.3	342.2	336.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.93	14.84	16.89	18.94
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.666	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E.F.P.*  
E.F.P. Florda Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J.A.L.V.*  
Jair A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 36344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 5% de cal

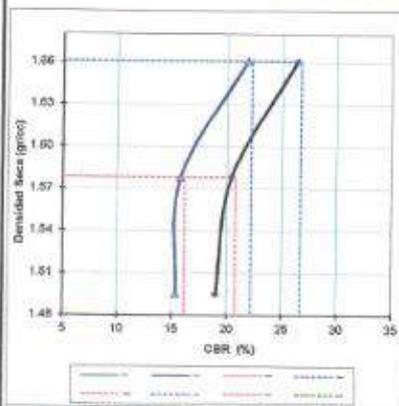
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.2	0.2":	26.7
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	16.1	0.2":	20.8

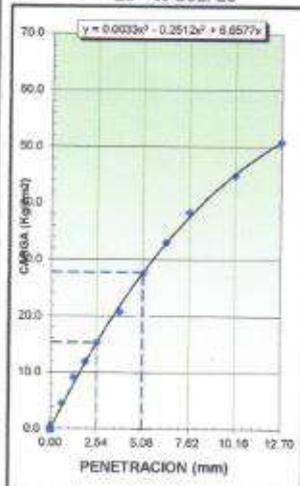
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.666	gr/cc
Óptimo Humedad	16.70	%

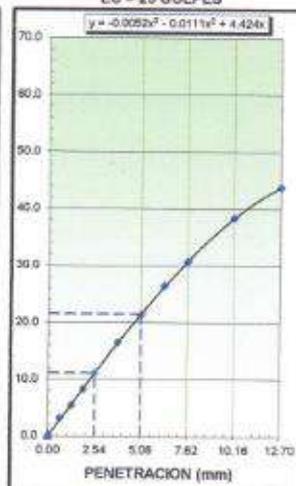
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

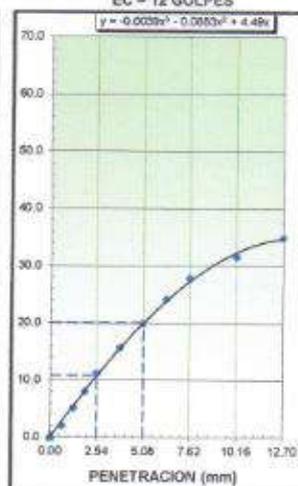
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Ancero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

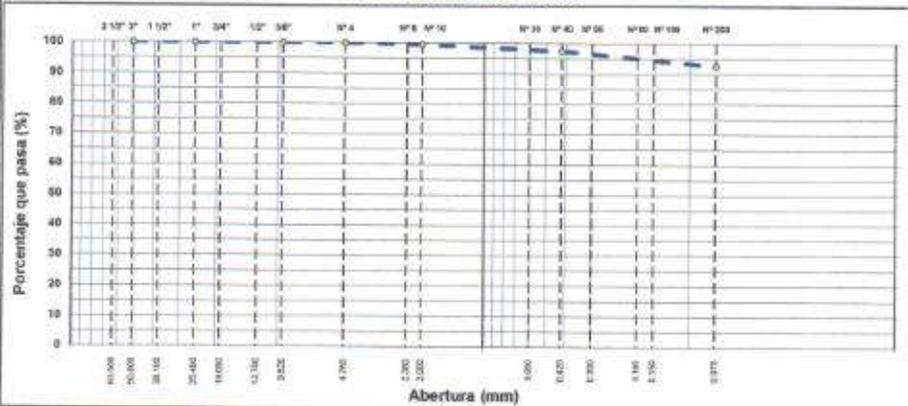
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-49

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	598.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	44.4	gr
2"	50.800					Peso fino	=	598.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	68.3	%
1"	25.400					Límite plástico	=	31.9	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	36.4	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7.5	16
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.654	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760					Opt. Cont. Hum.	=	26.31	%
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	22.6	%
# 10	2.000	3.5	0.6	0.6	99.4	CBR 0.1" (95%)	=	19.3	%
# 30	0.600	4.8	0.8	1.4	98.6	Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	5.9	1.2	2.5	97.5		598.0	44.4	92.6
# 50	0.300	5.2	0.9	3.4	96.6	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	7.1	1.2	4.6	95.4	% Arena	=	7.4	%
# 100	0.150	8.5	1.4	6.0	94.0	% Fino	=	92.6	%
# 200	0.075	8.4	1.4	7.4	92.6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	553.6	92.6	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		598.0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		598.0				Coef. Curvatura	=	-	0.6
Descripción suelo:						Por. de Expansión	=	Alto	Blando

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Jair Flores Pérez**  
 LABORANTE

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Lucero Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 7+000

CALICATA : C-8

MUESTRA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

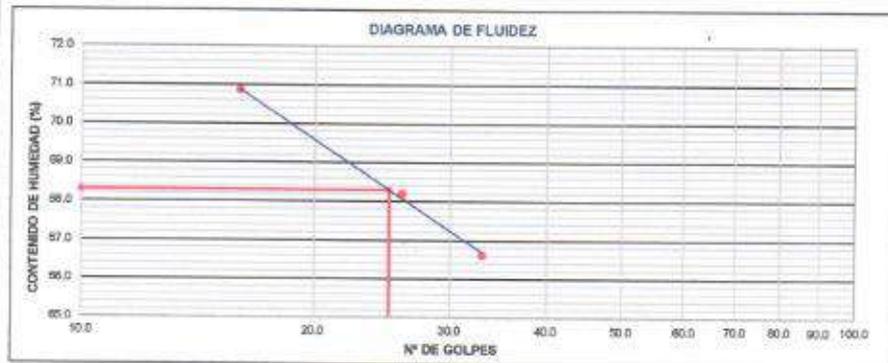
FECHA : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.23	39.11	39.33
TARRO + SUELO SECO	27.80	27.41	28.00
AGUA	11.63	11.70	11.33
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	17.46	17.16	15.99
% DE HUMEDAD	68.61	68.18	70.86
N° DE GOLPES	33	26	16

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.32	26.47
TARRO + SUELO SECO	22.99	23.01
AGUA	3.33	3.46
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.53	10.78
% DE HUMEDAD	31.62	32.07



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	68.3
Límite Plástico	31.9
Índice Plástico	36.4

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Encero Valera*  
José A. Encero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76844



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**  
MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

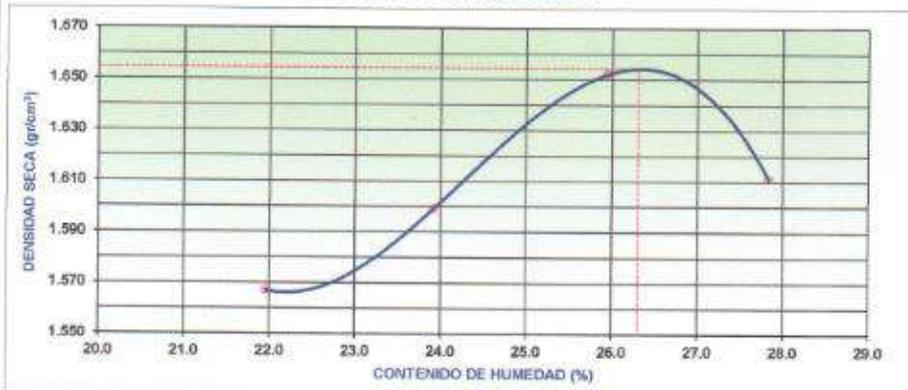
**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5865	5931	6025	6005
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1800	1866	1960	1940
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.981	2.081	2.059
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.587	1.599	1.652	1.611

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	328.0	322.8	317.6	312.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	72.0	77.2	82.4	87.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	328.0	322.8	317.6	312.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.95	23.92	25.94	27.84
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.654	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 36344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores  
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 10/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

**MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 1.654 g/cm<sup>3</sup>  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 26.3 %  
**CAPACIDAD** : 5000 Kg  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	6	5	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12725	12339	12169
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4390	4180	3939
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.084	1.983	1.867
Humedad (%)	26.45	26.67	25.85
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.646	1.565	1.484
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	276.8	276.3	278.1
Peso del Agua (gr)	73.2	73.7	71.9
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	276.8	276.3	278.1
Humedad (%)	26.45	26.67	25.85
Promed. de Humedad (%)	26.5	26.7	25.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/03/2021	11:00:00	24	85.0	1.7	1.4	85.0	2.2	1.8	89.0	2.5	2.2
12/03/2021	11:00:00	48	80.0	2.0	1.7	106.0	2.7	2.3	129.0	3.3	2.8
13/03/2021	11:00:00	88	91.0	2.3	2.0	142.0	3.6	3.1	154.0	3.9	3.3
14/03/2021	11:00:00	96	101.0	2.6	2.2	161.0	4.1	3.6	173.0	4.4	3.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	5			11	4			9	3		
1.270		31	9			22	7			22	7		
1.905		41	12			32	10			32	10		
2.540	70.3	63	16	15.7	22.4	47	14	13.4	19.0	43	13	12.5	17.8
3.810		73	21			66	19			69	17		
5.080	105.5	97	28	26.4	27.0	85	25	24.1	22.9	74	22	22.0	20.9
6.350		117	34			97	28			89	26		
7.620		136	39			112	32			102	30		
10.160		169	46			139	40			116	33		
12.700		180	52			158	46			127	37		

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 26344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesionados, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 7% de cal

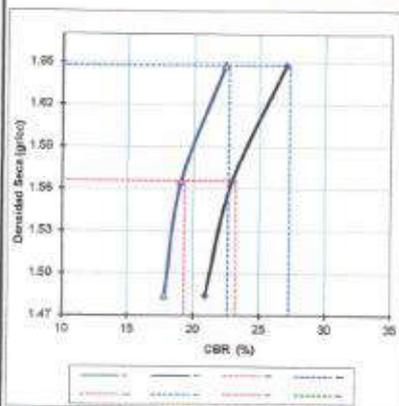
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jeir Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	22.6	0.2":	27.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	19.3	0.2":	23.2

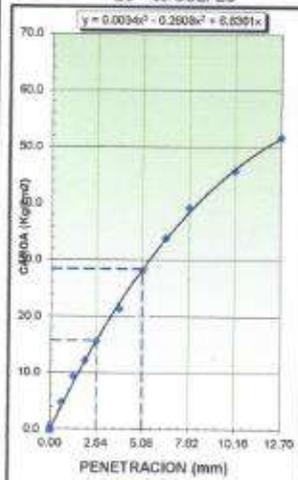
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.854	gr/cc
Óptimo Humedad	26.31	%

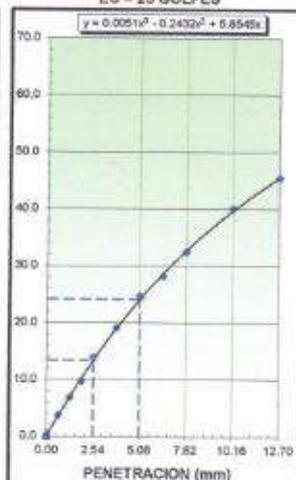
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

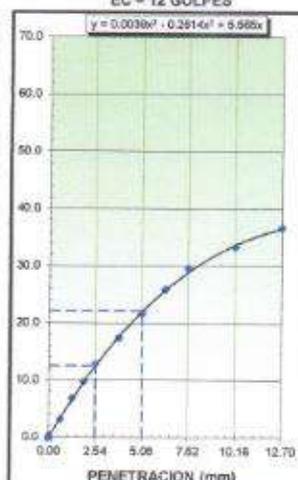
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucari Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

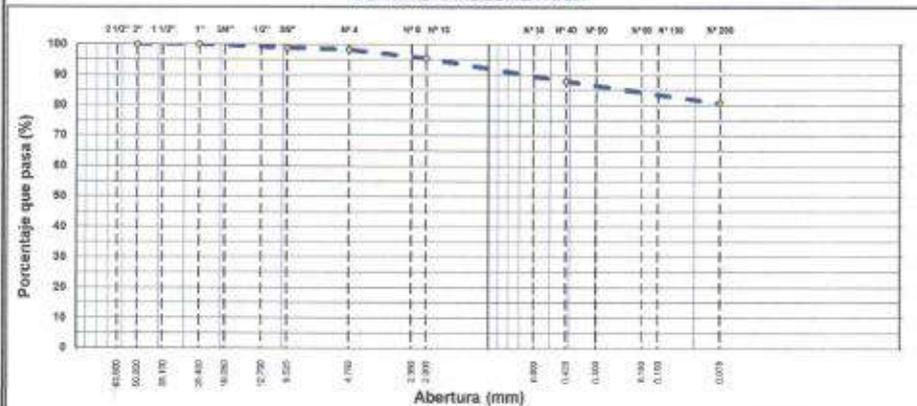
MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

<b>PROYECTO</b>	: "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b>	: E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b>	: Km. 8+000	<b>ING. RESP.</b>	: J.A.L.V.
<b>CALICATA</b>	: C-9	<b>FECHA</b>	: Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b>	: Suelo natural +3% de cal		
<b>TEBISTA</b>	: Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores		

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	765.1 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	148.1 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	751.7 gr	
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	53.8 %	
1"	25.400					Límite plástico	=	32.4 %	
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	21.4 %	
1/2"	12.700	4.1	0.5	0.5	99.5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 (15)	
3/8"	9.525	3.9	0.5	1.1	99.0	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	1.1	99.0	Max. Dens. Seca	=	1.703 (g/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	5.4	0.7	1.8	98.2	Opt. Cont. Hum.	=	20.71 %	
# 8	2.360	9.5	1.2	3.0	97.0	CBR 0.1" (100%)	=	20.0 %	
# 10	2.000	12.4	1.6	4.6	95.4	CBR 0.1" (95%)	=	13.5 %	
# 30	0.600	45.7	6.0	10.8	89.4	Ensayo Malta #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	11.8	1.5	12.1	87.9		765.1	148.1	80.6
# 50	0.300	6.8	0.9	13.0	87.0	% Grava	=	1.8 %	
# 80	0.180	14.7	1.9	14.9	85.1	% Arena	=	17.6 %	
# 100	0.150	12.3	1.6	16.6	83.5	% Fino	=	80.6 %	
# 200	0.075	21.5	2.8	19.4	80.6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	617.0	80.6	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		751.7				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		765.1				Coef. Curvatura	=		0.0
						Pot. de Expansión	=		Compacto

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Elio Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José A. Tucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 70344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LIMITES DE ATTERBERG

MTG E 119 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 8+000

CALICATA : C-9

MEZCLA : Suelo natural +3% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

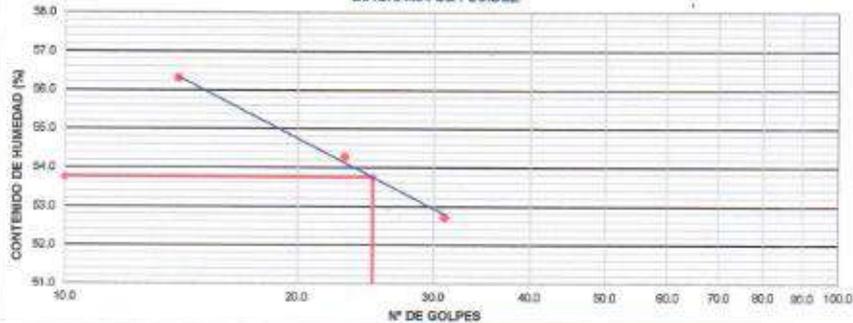
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.87	36.37	36.55
TARRO + SUELO SECO	27.71	27.16	27.09
AGUA	9.16	9.21	9.46
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.38	16.97	16.80
% DE HUMEDAD	52.70	54.27	56.31
N° DE GOLPES	31	23	14

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.64	27.51
TARRO + SUELO SECO	23.41	23.24
AGUA	4.23	4.27
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	13.26	12.99
% DE HUMEDAD	31.90	32.87

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	53.8
Límite Plástico	32.4
Índice Plástico	21.4

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Huero Valera*  
José A. Huero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78340



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural +3% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5879	6003	5983	5941
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1814	1938	1918	1876
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.926	2.057	2.036	1.992
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.622	1.703	1.660	1.599

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	336.9	331.2	326.1	321.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	63.1	68.8	73.9	78.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	336.9	331.2	326.1	321.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.73	20.77	22.66	24.53

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.703      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 20.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
INGENIERO GEOTECNICO  
C.I.F. N° 18644

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 18644



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural +3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.703 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.7 %

CAPACIDAD : 9000 Kg

ANILLO : 1

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12007	11907	11639
Peso de molde (gr)	7713	7805	7723
Peso del suelo húmedo (gr)	4294	4102	3916
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098	2113	2122
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.047	1.942	1.848
Humedad (%)	20.52	20.36	20.77
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698	1.613	1.529
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	290.4	290.8	289.8
Peso del Agua (gr)	59.6	59.2	60.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	290.4	290.8	289.8
Humedad (%)	20.52	20.36	20.77
Promed. de Humedad (%)	20.5	20.4	20.8

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/03/2021	13:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/03/2021	13:00:00	24	71.0	1.6	1.5	102.0	2.6	2.2	117.0	3.0	2.5
12/03/2021	13:00:00	48	69.0	2.3	1.9	117.0	3.0	2.5	132.0	3.4	2.9
13/03/2021	13:00:00	88	102.0	2.6	2.2	142.0	3.6	3.1	169.0	4.3	3.7
14/03/2021	13:00:00	96	111.0	2.8	2.4	169.0	4.3	3.7	166.0	4.7	4.0

### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.638		8	3			6	2			5	2		
1.270		23	7			13	4			11	4		
1.905		34	10			21	7			18	6		
2.540	70.3	46	14	13.8	19.6	30	9	9.2	13.1	25	8	7.7	11.0
3.810		66	19			46	13			37	11		
5.080	105.5	87	25	24.7	23.5	59	17	17.1	16.2	47	14	14.1	13.3
6.350		103	30			73	21			58	17		
7.620		115	33			81	24			67	20		
10.160		132	38			96	28			76	22		
12.700		151	44			113	33			89	26		

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Quintero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 79524



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

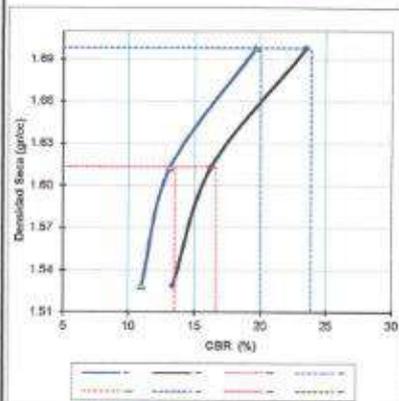
**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural +3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zejarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 10/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
20.0	20.0	23.9
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
13.5	13.5	16.6

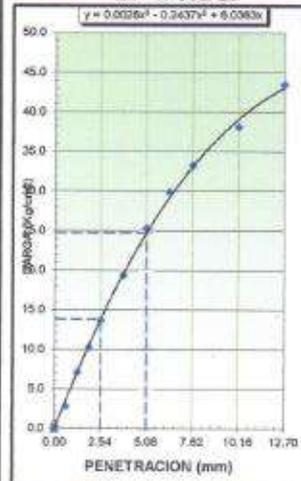
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.703	gr/cc
Óptimo Humedad	20.71	%

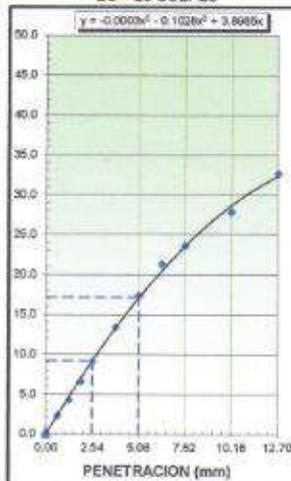
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

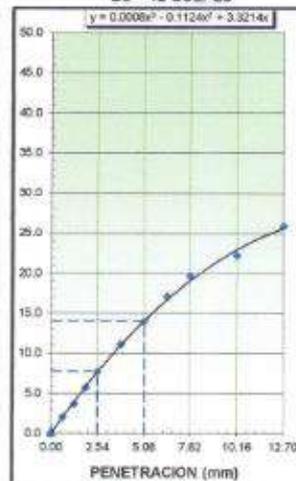
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zejarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Vitero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.V.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

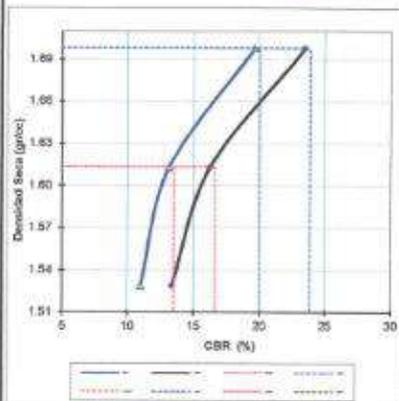
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 8+000 <b>CALICATA</b> : C-9 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural +3% de cal <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zejarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 10/03/2021
--	--

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	20.0	0.2":	23.9
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1":	13.5	0.2":	16.6

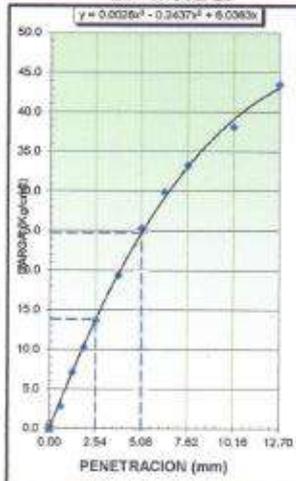
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.703	gr/cc
Óptimo Humedad	20.71	%

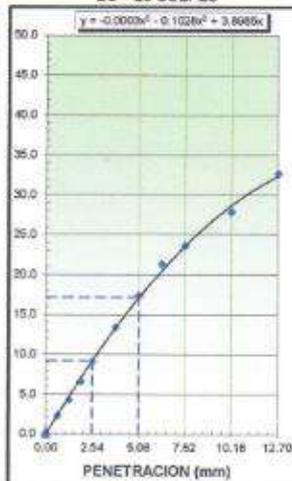
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

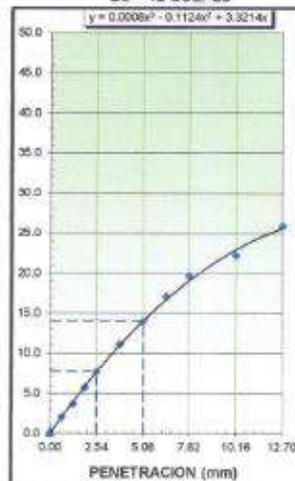
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zejarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Viterro  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.01	36.53	36.47
TARRO + SUELO SECO	29.21	29.42	29.07
AGUA	8.80	9.21	9.40
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	19.13	19.28	18.91
% DE HUMEDAD	46.00	47.77	49.71
N° DE GOLPES	30	21	13

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.44	25.88
TARRO + SUELO SECO	22.41	22.13
AGUA	4.03	3.75
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.22	11.97
% DE HUMEDAD	32.98	31.33



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	46.9
Límite Plástico	32.2
Índice Plástico	14.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Elio Flores Pérez*  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG B 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

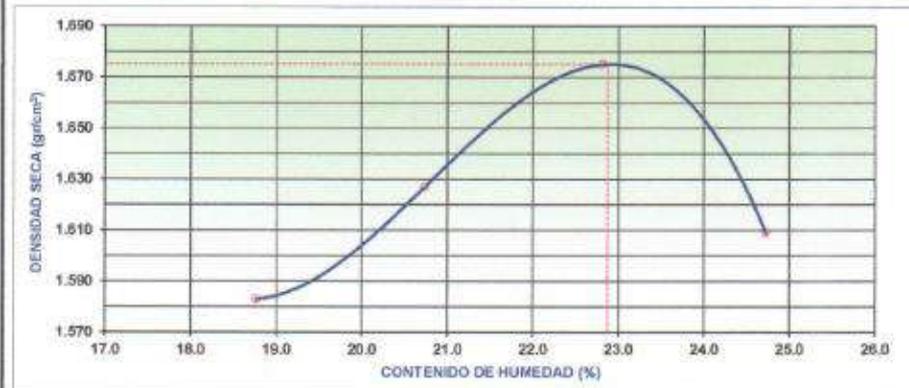
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5836	5915	6003	5955
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4085	4085	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1771	1850	1928	1890
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.964	2.057	2.006
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.583	1.627	1.675	1.609

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	336.8	331.3	325.7	320.7
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	63.2	68.7	74.3	79.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	336.8	331.3	325.7	320.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.78	20.74	22.81	24.73
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.675	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.9

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eva Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16341



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 192 - ASTM D 1983 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.875 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.9 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANELLO : 1

#### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	18	17	16			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12310	12430	12082			
Peso de molde (gr)	7990	8324	8196			
Peso del suelo húmedo (gr)	4320	4106	3886			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2106	2109			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.044	1.950	1.843			
Humedad (%)	22.59	23.11	22.61			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.667	1.584	1.501			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	285.5	284.3	285.0			
Peso del Agua (gr)	64.5	65.7	65.0			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	285.5	284.3	285.0			
Humedad (%)	22.59	23.11	22.61			
Promed. de Humedad (%)	22.6	23.1	22.8			

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/03/2021	14:00:00	24	59.0	1.5	1.3	90.0	2.3	2.0	107.0	2.7	2.3
12/03/2021	14:00:00	48	77.0	2.0	1.7	105.0	2.7	2.3	121.0	3.1	2.6
13/03/2021	14:00:00	88	90.0	2.3	2.0	130.0	3.3	2.6	157.0	4.0	3.4
14/03/2021	14:00:00	96	89.0	2.3	1.9	157.0	4.0	3.4	175.0	4.4	3.8

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 18				MOLDE N° 17				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		13	4			12	4			5	2		
1.270		27	8			21	7			18	6		
1.905		36	11			32	10			28	9		
2.540	70.3	61	15	14.9	21.2	41	12	12.5	17.8	35	11	10.1	14.4
3.810		70	20			61	18			45	13		
5.080	105.5	94	27	27.1	25.7	77	22	22.9	21.7	61	18	18.5	17.5
6.350		113	33			95	28			76	22		
7.620		132	38			110	32			89	26		
10.160		155	45			132	38			102	30		
12.700		185	53			163	44			115	33		

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
Flora Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Ancero Valera*  
José A. Ancero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635678

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

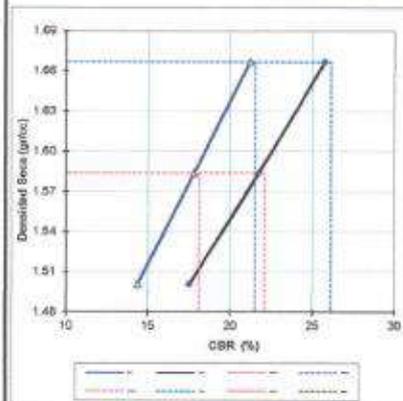
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 21.5	0.2": 26.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 18.1	0.2": 22.1

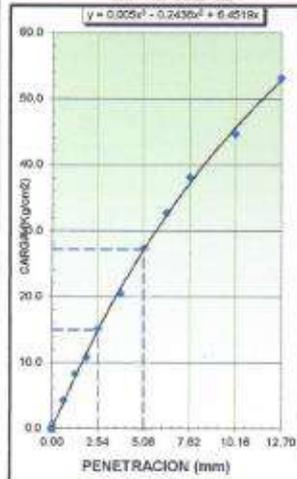
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.675	g/cc
Óptimo Humedad	22.88	%

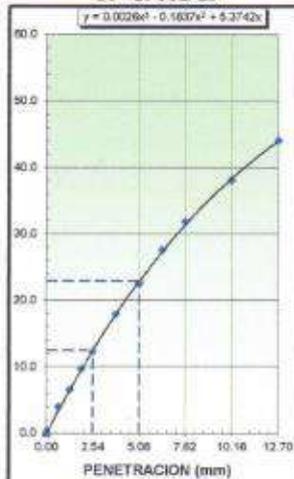
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

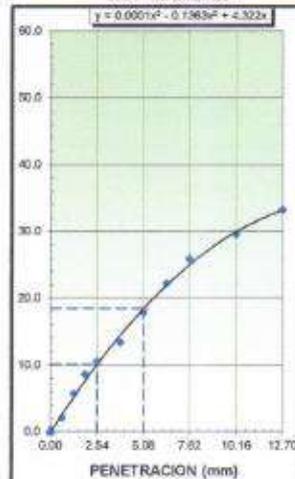
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78644



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

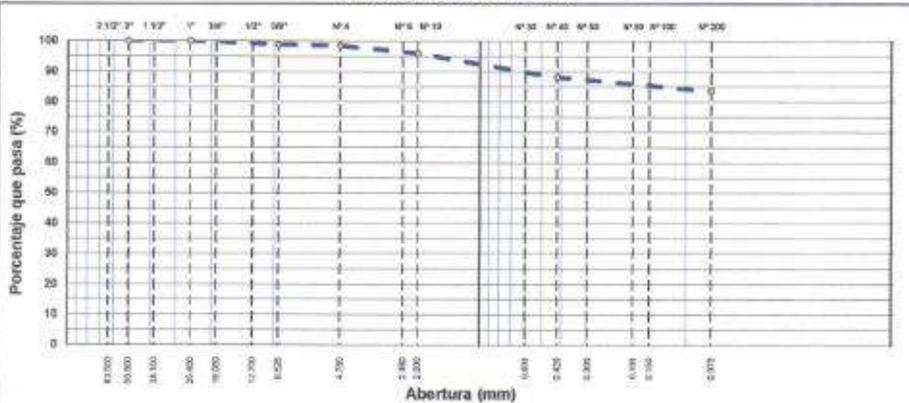
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	767.4	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	126.0	gr
2"	50.800					Peso fino	=	755.4	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	40.2	%
1"	25.400					Límite plástico	=	32.5	%
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	7.7	%
1/2"	12.700	4.1	0.5	0.5	99.5	Clasif. AASHTO	=	A-3	9
3/8"	9.525	3.9	0.5	1.0	99.0	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0.0	0.0	1.0	99.0	Max. Dens. Seca	=	1.546	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	4.0	0.5	1.5	98.4	Opt. Cont. Hum.	=	23.74	%
# 8	2.360	10.2	1.3	2.9	97.1	CBR D.1' (100%)	=	25.4	%
# 10	2.000	8.7	1.1	4.0	96.0	CBR D.1' (95%)	=	22.9	%
# 30	0.600	48.0	6.3	10.3	89.7	Ensayo Mole #200	P.S. Seca	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	11.5	1.5	11.8	88.2		767.4	126.0	83.6
# 50	0.300	5.2	0.7	12.5	87.5	% Grava	=	1.6	%
# 80	0.180	13.5	1.8	14.2	85.8	% Arena	=	14.9	%
# 100	0.150	9.8	1.3	15.5	84.5	% Fino	=	83.6	%
# 200	0.075	7.1	0.9	16.4	83.6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	641.4	83.6	100.0	0.0		243.6	181.3	34.5%
FINO	755.4					Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL	767.4					Coef. Curvatura	-		0.7
Descripción suelo:						Por. de Expansión	-		Blando

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Flores Pérez*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 74344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-98 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

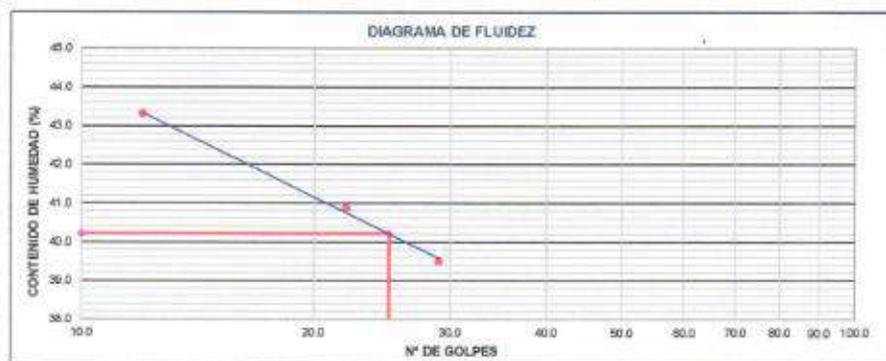
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HUMEDO	37.05	37.31	37.19
TARRO + SUELO SECO	29.43	29.46	29.58
AGUA	7.62	7.85	7.61
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	19.29	19.21	17.57
% DE HUMEDAD	39.50	40.86	43.31
N° DE GOLPES	29	22	12

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HUMEDO	29.06	29.11
TARRO + SUELO SECO	25.02	24.94
AGUA	4.04	4.17
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	12.56	12.72
% DE HUMEDAD	32.17	32.78



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	40.2
Límite Plástico	32.5
Índice Plástico	7.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Ronaldo Zegarra Flores**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Ancoera Valera*  
**José A. Ancoera Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 8+000

CALICATA : C-9

MEZCLA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5891	5866	5971	5928
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4085	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1826	1821	1906	1863
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.938	2.039	2.023	1.978
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.592	1.648	1.608	1.549

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	328.5	323.3	317.9	313.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	71.5	76.7	82.1	86.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	328.5	323.3	317.9	313.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.77	23.72	25.83	27.71
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.648	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		23.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Alvarez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.E. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 10/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.648 g/cm<sup>3</sup>  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 23.7 %  
 CAPACIDAD : 6000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	21	20	19
Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12273	12075	11974
Peso de molde (gr)	7994	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4279	4042	3859
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.025	1.920	1.827
Humedad (%)	23.33	23.11	23.63
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.642	1.560	1.476
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	283.8	284.3	283.1
Peso del Agua (gr)	66.2	65.7	66.9
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00
Peso del suelo seco (gr)	283.8	284.3	283.1
Humedad (%)	23.33	23.11	23.63
Promed. de Humedad (%)	23.3	23.1	23.6

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/03/2021	15:00:00	24	47.0	1.2	1.0	77.0	2.0	1.7	94.0	2.4	2.0
12/03/2021	15:00:00	48	64.0	1.6	1.4	93.0	2.4	2.0	109.0	2.8	2.4
13/03/2021	15:00:00	88	76.0	1.9	1.7	117.0	3.0	2.5	144.0	3.7	3.1
14/03/2021	15:00:00	96	76.0	1.9	1.7	143.0	3.6	3.1	162.0	4.1	3.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	8			16	5			9	3		
1.270		36	11			31	9			22	7		
1.905		48	14			43	13			32	10		
2.540	70.3	60	18	17.7	25.2	54	16	16.0	22.7	43	13	12.5	17.8
3.810		80	23			75	22			59	17		
5.080	105.5	103	30	30.4	28.8	92	27	27.1	25.7	74	22	22.0	20.9
6.350		122	35			106	31			89	26		
7.620		141	41			121	35			102	30		
10.160		164	47			146	42			116	35		
12.700		191	55			165	47			127	37		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Valera*  
 J. Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

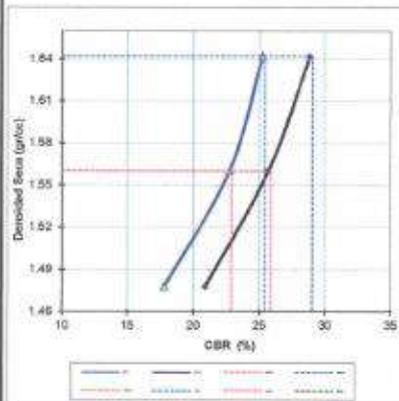
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 10/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 25.4	0.2": 29.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 22.9	0.2": 25.9

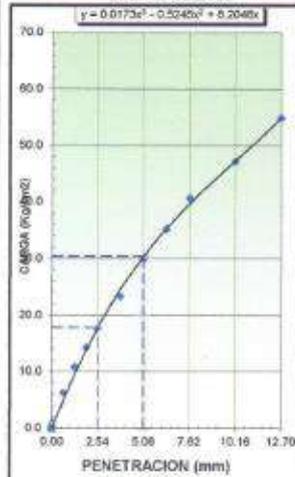
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.648	gr/cc
Óptimo Humedad	23.71	%

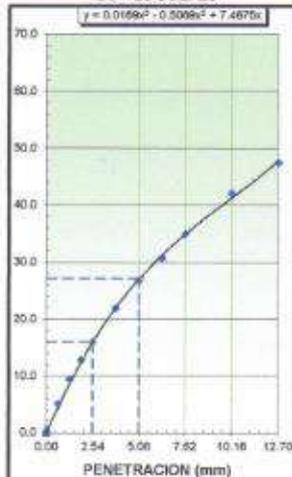
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

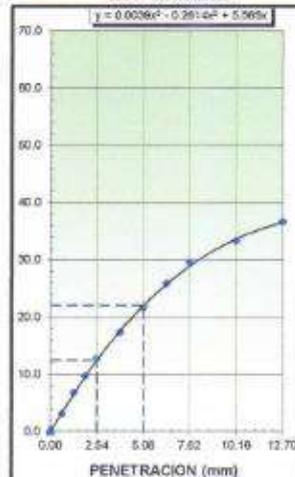
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. V.*  
J.A. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. R. Z.*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
INGENIERO CIVIL  
C.I.T. N° 79844



**INGEONORT S.A.C.**

**Ingeniería Geotécnica**

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 107, E 254 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-99

**PROYECTO :** "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV. :** Km. 9+000

**CALICATA :** C-10

**MEZCLA :** Suelo natural +3% de cal

**TESISTA :** Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

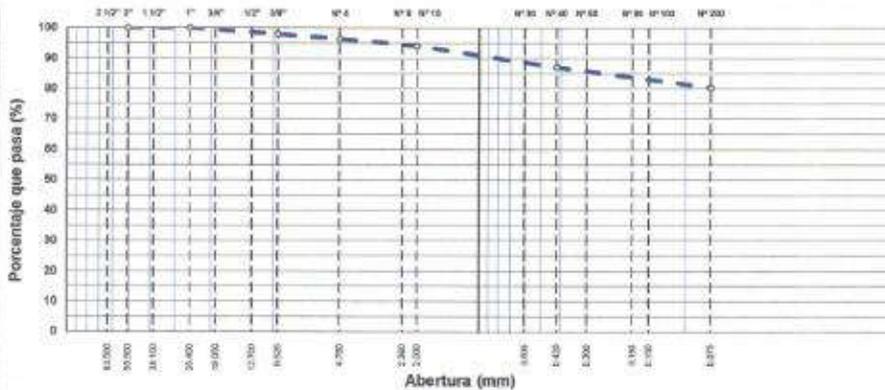
**TÉCNICO :** E.F.P.

**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso total = 800.0 gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado = 156.7 gr
2"	50.800					Peso fino = 771.3 gr
1 1/2"	38.100					Limbo líquido = 80.6 %
1"	25.400					Limbo plástico = 32.0 %
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico = 18.7 %
1/2"	12.700	9.1	1.1	1.1	98.9	Clasif. AASHTO = A-7-5 [14]
3/8"	9.525	7.3	0.9	2.1	98.0	Clasif. SUCCS = MH
1/4"	6.350	0.0	0.0	2.1	98.0	Max. Dena. Seca = 1.618 (g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	12.3	1.5	3.6	96.4	Opt. Cont. Hum. = 21.84 %
# 8	2.360	7.4	0.9	4.5	95.5	CBR 0.1" (100%) = 16.6 %
# 10	2.000	10.3	1.3	5.8	94.2	CBR 0.1" (55%) = 12.1 %
# 30	0.600	46.5	5.8	11.6	88.4	Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200
# 40	0.420	10.7	1.3	13.0	87.1	800.0 156.7 80.4
# 50	0.300	9.1	1.1	14.1	85.9	% Grava = 3.6 %
# 80	0.180	12.9	1.6	15.7	84.3	% Arena = 16.0 %
# 100	0.150	12.1	1.5	17.2	82.8	% Fino = 80.4 %
# 200	0.075	19.0	2.4	19.6	80.4	% Humedad P.S.H. P.S.S. %
< # 200	FONDO	643.3	80.4	100.0	0.0	243.6 181.3 34.5%
FINO		771.3				Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia
TOTAL		800.0				Coef. Curvatura - 6.8
Descripción suelo:						Por. de Expansión - Compacto

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 Eric Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 José A. Lucero Valera  
 ING. GEOTECNICO  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-85 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-10	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural +3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	37.65	37.85	37.39
TARRO + SUELO SECO	26.63	26.51	27.98
AGUA	9.92	9.34	9.41
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	18.30	18.32	17.69
% DE HUMEDAD	49.29	50.98	53.19
N° DE GOLPES	32	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	25.67	25.41
TARRO + SUELO SECO	21.95	21.70
AGUA	3.72	3.71
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.80	11.45
% DE HUMEDAD	31.53	32.40



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	50.6
Limite Plástico	32.0
Índice Plástico	18.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eduardo Flores Pérez*  
LABORATORIO

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Bucero Valera*  
INGENIERO CIVIL



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-85 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-10	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural +3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	37.65	37.85	37.39
TARRO + SUELO SECO	26.63	26.51	27.98
AGUA	9.92	9.34	9.41
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	18.30	18.32	17.69
% DE HUMEDAD	49.29	50.98	53.19
N° DE GOLPES	32	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	25.67	25.41
TARRO + SUELO SECO	21.95	21.70
AGUA	3.72	3.71
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.80	11.45
% DE HUMEDAD	31.53	32.40



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	50.6
Limite Plástico	32.0
Índice Plástico	18.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Eduardo Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORIO

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Bucero Valera*  
José A. Bucero Valera  
INGENIERO CIVIL



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1585 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca*	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-10	<b>FECHA</b> : 11/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural +3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegama Flores	

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.618	g/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD	9000	Kg.
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.8	%	ANELLO	1	

#### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	15		14		13	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	15		14		13	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11831		11757		11480	
Peso de molde (gr)	7713		7805		7723	
Peso del suelo húmedo (gr)	4118		3952		3757	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098		2113		2122	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.963		1.870		1.770	
Humedad (%)	21.61		21.99		21.87	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.614		1.533		1.452	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	287.8		286.9		287.2	
Peso del Agua (gr)	62.2		63.1		62.8	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	287.8		286.9		287.2	
Humedad (%)	21.61		21.99		21.87	
Promed. de Humedad (%)	21.6		22.0		21.9	

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/03/2021	13:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/03/2021	13:00:00	24	59.0	1.5	1.3	90.0	2.3	2.0	105.0	2.7	2.3
13/03/2021	13:00:00	48	75.0	1.9	1.6	105.0	2.7	2.3	120.0	3.0	2.6
14/03/2021	13:00:00	88	90.0	2.3	2.0	131.0	3.3	2.8	157.0	4.0	3.4
15/03/2021	13:00:00	96	99.0	2.5	2.2	157.0	4.0	3.4	174.0	4.4	3.8

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	3			6	2			3	1		
1.270		20	6			12	4			9	3		
1.905		31	9			19	6			15	5		
2.540	70.3	43	13	13.0	18.4	26	8	8.3	11.8	22	7	6.8	9.7
3.810		63	19			41	12			34	10		
5.089	105.5	84	24	23.7	22.5	54	16	16.2	15.3	43	13	12.7	12.0
6.350		100	29			70	20			61	15		
7.620		112	32			81	24			61	18		
10.160		129	37			96	28			73	21		
12.700		148	43			113	33			86	25		

INGEONORT S.A.C.

*Ejex Florida Pérez*  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Herrera Valera*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural +3% de cal

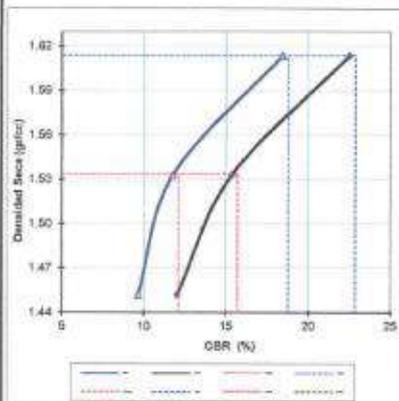
**TESISTA** : Leticia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 11/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 18.8	0.2": 22.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 12.1	0.2": 15.7

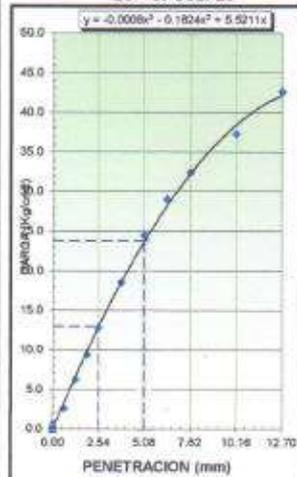
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.818	gr/cc
Óptimo Humedad	21.84	%

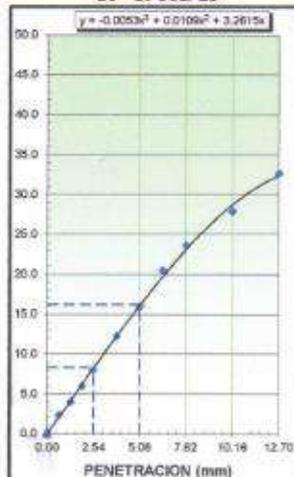
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

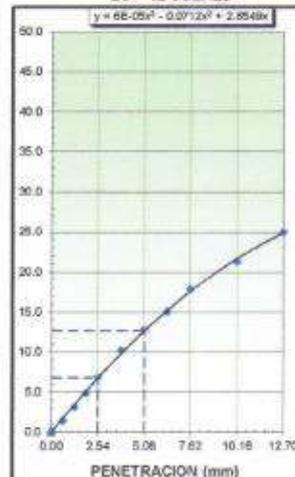
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
INGENIERO CIVIL

INGEONORT S.A.C.

José A. Huacay Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-83

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

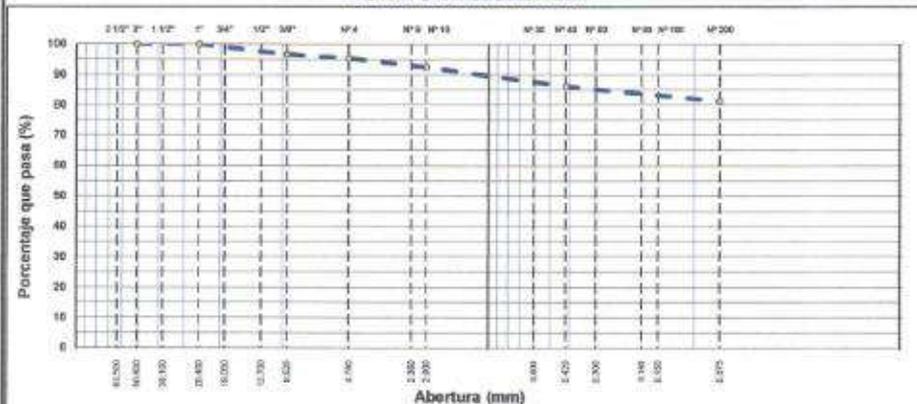
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	815.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	152.6 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	777.1 gr	
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	45.4 %	
1"	25.400					Límite plástico	=	32.5 %	
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	12.9 %	
1/2"	12.700	11.7	1.4	1.4	98.6	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 (10)	
3/8"	9.525	15.7	1.9	3.4	96.6	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0.0	0.0	3.4	96.6	Max. Dens. Seca	=	1.594 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	10.5	1.3	4.7	95.3	Opt. Cont. Hum.	=	19.53 %	
# 8	2.360	9.7	1.2	5.9	94.2	CBR D.1" (100%)	=	21.3 %	
# 10	2.000	13.7	1.7	7.5	92.5	CBR D.1" (95%)	=	16.8 %	
# 30	0.600	44.1	5.4	12.9	87.1	Ensayo Malo #200	P.S. Seco. P.S. Lavado	% 200	
# 40	0.420	8.1	1.0	13.9	86.1		815.0	152.6	81.3
# 50	0.300	10.3	1.3	15.2	84.8	% Grava	=	4.7 %	
# 80	0.180	8.7	1.1	16.3	83.7	% Arena	=	14.1 %	
# 100	0.150	11.0	1.3	17.6	82.4	% Fino	=	81.3 %	
# 200	0.075	9.1	1.1	18.7	81.3	% Humedad	P.S.H. P.S.S.	%	
< # 200	FONDO	662.4	81.3	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		777.1				Coef. Uniformidad	=		Índice de Compactación
TOTAL		815.0				Coef. Curvatura	=		9.8
						Por. de Expansión	=		Compacto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair*  
**Jair Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Guerrero Valero*  
**José A. Guerrero Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.T.P. N° 19344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

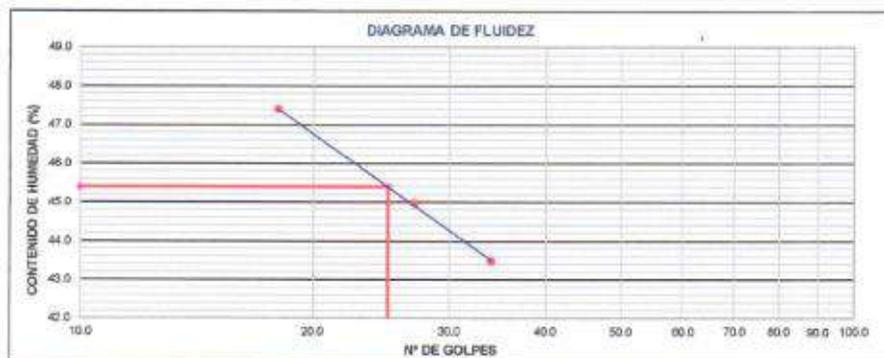
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.89	35.77	35.91
TARRO + SUELO SECO	28.07	27.82	27.63
AGUA	7.82	7.95	8.28
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	17.99	17.88	17.47
% DE HUMEDAD	43.47	44.97	47.40
N° DE GOLPES	34	27	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.01	28.11
TARRO + SUELO SECO	23.61	23.74
AGUA	4.40	4.37
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.42	13.58
% DE HUMEDAD	32.79	32.18



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	45.4
Límite Plástico	32.8
Índice Plástico	12.9

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Firma]*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76348



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leilia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

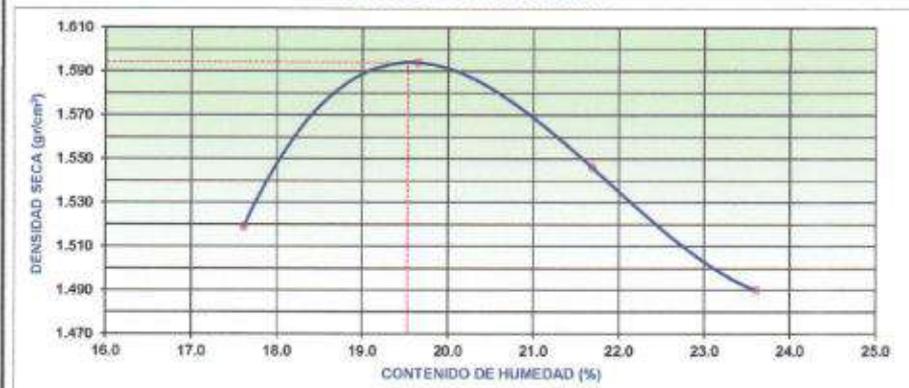
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5748	5862	5837	5800
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1683	1797	1772	1735
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.787	1.908	1.881	1.842
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.519	1.594	1.546	1.490

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	340.1	334.3	328.7	323.6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	59.9	65.7	71.3	76.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	340.1	334.3	328.7	323.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.61	19.65	21.69	23.61

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.594      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 19.5

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E. Flores Pérez*  
E. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Valera*  
José A. Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.V.P. N° 6344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 11/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.594 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 19.5 %

CAPACIDAD : 9000 Kg.

ANELLO : 1

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capas N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11690		11822		11363	
Peso de molde (gr)	7713		7805		7723	
Peso del suelo húmedo (gr)	3977		3817		3640	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098		2113		2122	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.896		1.806		1.715	
Humedad (%)	19.29		19.66		19.95	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.589		1.569		1.430	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	293.4		292.5		291.8	
Peso del Agua (gr)	56.6		57.5		58.2	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	293.4		292.5		291.8	
Humedad (%)	19.29		19.66		19.95	
Promed. de Humedad (%)	19.3		19.7		20.0	

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/03/2021	14:00:00	24	89.0	2.3	1.9	98.0	2.5	2.2	107.0	2.7	2.3
13/03/2021	14:00:00	48	99.0	2.5	2.2	108.0	2.7	2.3	116.0	2.9	2.5
14/03/2021	14:00:00	88	106.0	2.7	2.3	121.0	3.1	2.6	127.0	3.2	2.8
15/03/2021	14:00:00	96	116.0	2.9	2.5	132.0	3.4	2.9	141.0	3.6	3.1

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		13	4			9	3			4	2		
1.270		29	9			18	6			16	5		
1.905		38	11			27	8			26	8		
2.540	70.3	50	15	14.6	21.0	39	12	11.6	16.5	35	11	10.4	14.8
3.810		69	20			58	17			51	15		
5.080	105.5	93	27	27.2	25.8	76	22	21.7	20.6	66	19	19.5	18.5
6.350		112	32			90	26			81	24		
7.620		132	38			105	30			94	27		
10.160		155	45			132	38			107	31		
12.700		176	51			155	45			120	35		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
E. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Tacero Valera*  
José A. Tacero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 79646



**INGEONORT S.A.C**

**Ingeniería Geotécnica**

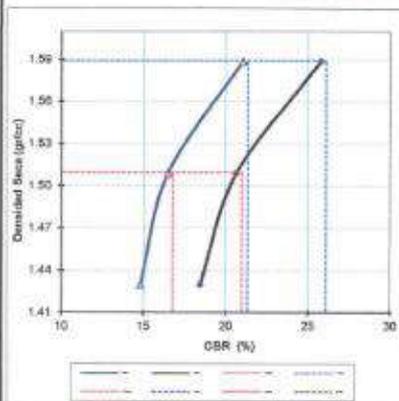
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000 <b>CALICATA</b> : C-10 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 5% de cal <b>TESISTA</b> : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 11/03/2021
--	--

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 21.3	0.2": 26.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 16.6	0.2": 21.0

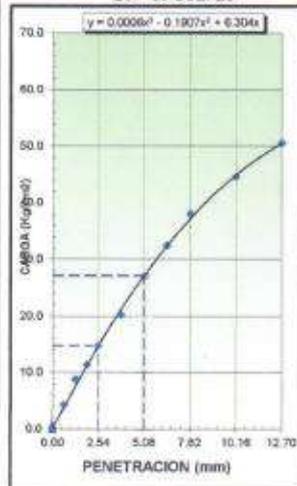
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.594	gr/cc
Óptimo Humedad	19.53	%

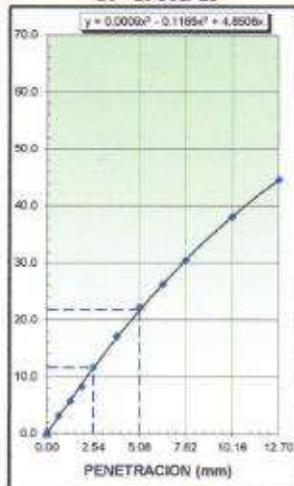
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

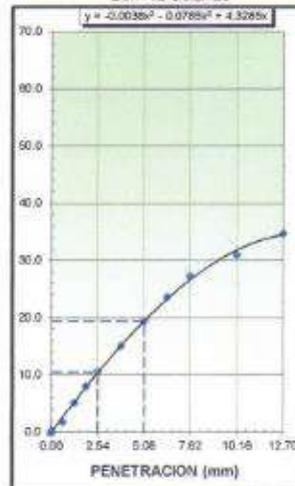
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Ely Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Suarez Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

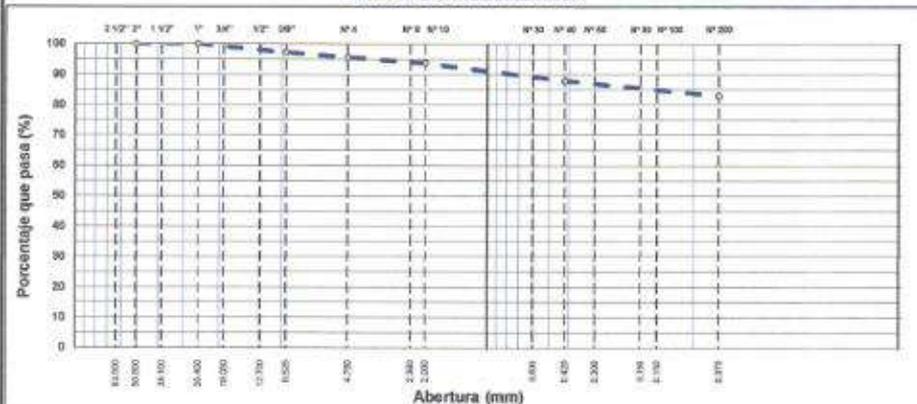
Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	835.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	142.3 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	798.5 gr	
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	39.9 %	
1"	25.400					Límite plástico	=	31.6 %	
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	8.3 %	
1/2"	12.700	13.7	1.6	1.6	88.4	Clasif. AASHTO	=	- 9	
3/8"	9.525	9.8	1.2	2.8	97.2	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0.0	0.0	2.8	97.2	Max. Dens. Seca	=	1.581 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	13.0	1.6	4.4	95.6	Opt. Cont. Hum.	=	18.28 %	
# 8	2.360	5.1	0.6	5.0	95.0	CBR 0.1" (100%)	=	26.1 %	
# 10	2.000	10.8	1.3	6.3	93.7	CBR 0.1" (95%)	=	21.8 %	
# 30	0.600	35.7	4.3	10.6	89.5	Ensayo Malle #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	12.7	1.5	12.1	87.9		835.0	142.3	83.0
# 50	0.300	13.2	1.6	13.7	86.4	% Grava	=	4.4 %	
# 80	0.180	11.7	1.4	15.1	85.0	% Arena	=	12.7 %	
# 100	0.150	5.4	0.6	15.7	84.3	% Fino	=	83.0 %	
# 200	0.075	11.2	1.3	17.0	83.0	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	692.7	83.0	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		798.5				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		835.0				Coef. Curvatura	-		6.7

Descripción suelo:

Por. de Expansión

Blanco

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*José Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.R. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacobamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

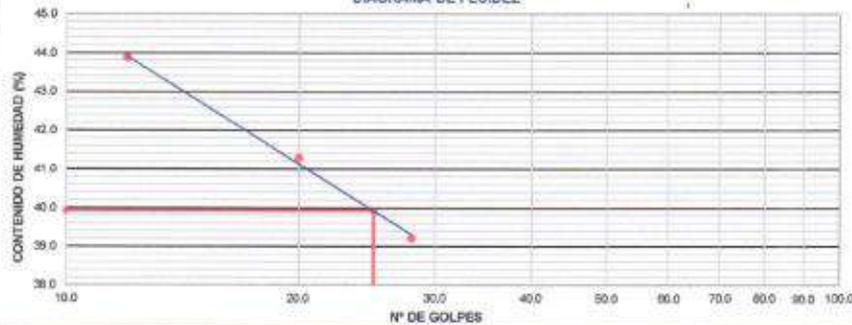
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.12	38.31	38.67
TARRO + SUELO SECO	30.24	30.11	30.54
AGUA	7.88	8.20	8.13
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	20.10	19.86	18.53
% DE HUMEDAD	39.20	41.29	43.87
N° DE GOLPES	28	20	12

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.13	26.88
TARRO + SUELO SECO	23.61	23.35
AGUA	3.52	3.53
PESO DEL TARRO	12.48	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.15	11.13
% DE HUMEDAD	31.57	31.72

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	39.9
Límite Plástico	31.6
Índice Plástico	8.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Flores Pérez*  
J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*J. Angulo Valera*  
José A. Angulo Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 9+000

CALICATA : C-10

MEZCLA : Suelo natural + 7% de cal

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

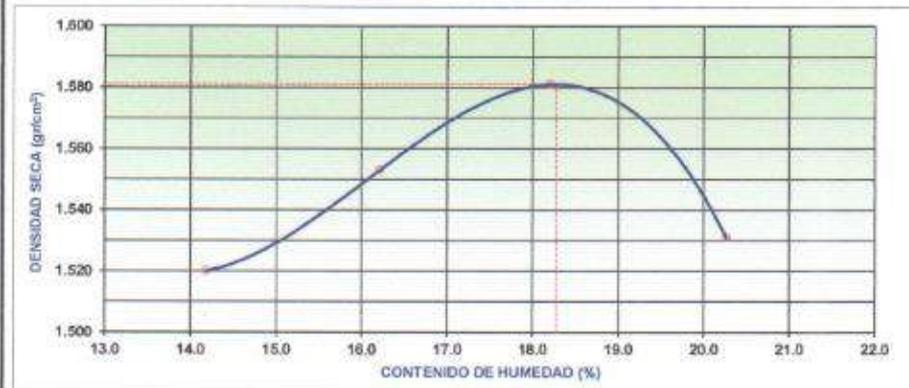
NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5700	5765	5825	5800
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1635	1700	1760	1735
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.736	1.805	1.868	1.842
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.553	1.581	1.531

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.3	344.2	338.4	332.6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	49.7	55.8	61.6	67.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.3	344.2	338.4	332.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.19	16.21	18.20	20.26
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.581	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.3

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarras Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 11/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.581 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 18.3 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

#### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	26	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11635		11538		11286	
Peso de molde (gr)	7713		7805		7723	
Peso del suelo húmedo (gr)	3922		3733		3563	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098		2113		2122	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.869		1.767		1.679	
Humedad (%)	18.68		18.08		18.44	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.575		1.496		1.418	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	294.9		296.4		295.5	
Peso del Agua (gr)	55.1		53.6		54.5	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	294.9		296.4		295.5	
Humedad (%)	18.68		18.08		18.44	
Promed. de Humedad (%)	18.7		18.1		18.4	

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/03/2021	15:00:00	24	78.0	2.0	1.7	88.0	2.2	1.9	96.0	2.4	2.1
13/03/2021	15:00:00	48	85.0	2.2	1.9	97.0	2.5	2.1	105.0	2.7	2.3
14/03/2021	15:00:00	88	95.0	2.4	2.1	110.0	2.8	2.4	116.0	2.9	2.5
15/03/2021	15:00:00	96	104.0	2.6	2.3	121.0	3.1	2.6	130.0	3.3	2.8

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		26	8			15	5			8	3		
1.270		42	13			26	8			21	7		
1.905		52	15			38	11			32	10		
2.540	70.3	65	19	19.4	27.6	51	15	15.0	21.3	42	13	12.3	17.5
3.810		86	25			73	21			56	17		
5.080	105.5	110	32	32.0	30.4	89	28	25.8	24.5	73	21	21.7	20.6
6.350		125	36			101	29			88	26		
7.620		142	41			116	34			101	29		
10.160		165	47			143	41			114	33		
12.700		188	54			162	47			126	36		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
Jairo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Huacero Valera*  
Jose A. Huacero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 7344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

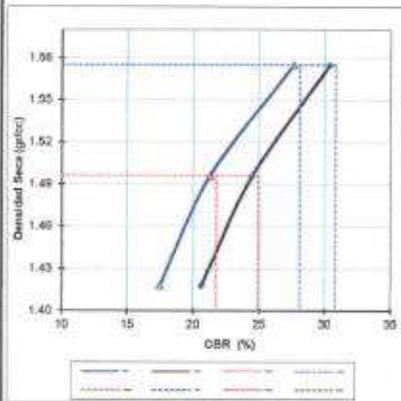
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000 <b>CALICATA</b> : C-10 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 7% de cal <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 11/03/2021
--	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 28.1	0.2": 30.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 21.8	0.2": 24.9

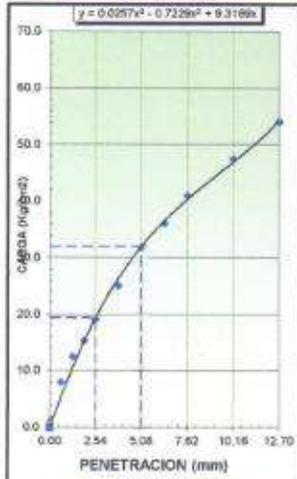
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.581	gr/cc
Óptimo Humedad	18.28	%

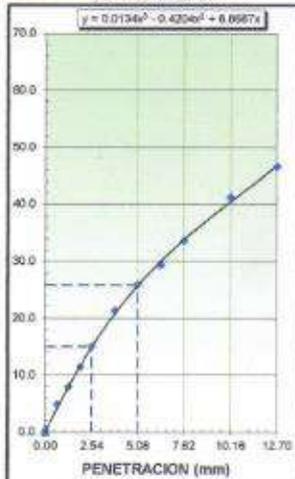
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

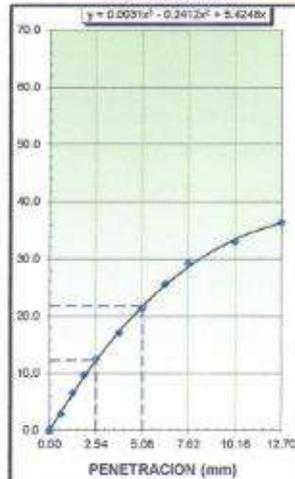
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 254 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Linita Tenorio Begura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

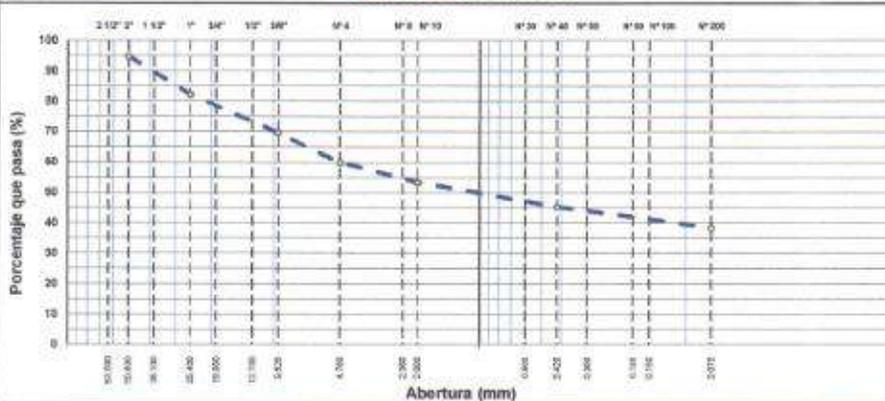
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.135,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	3779,1	gr
2"	50.800	319,0	5,2	5,2	94,8	Peso fino	=	530,1	gr
1 1/2"	38.100	463,0	7,6	12,8	87,3	Limite liquido	=	44,6	%
1"	25.400	308,0	5,0	17,7	82,3	Limite plastico	=	27,3	%
3/4"	19.050	195,0	3,2	21,0	78,0	Indice plastico	=	17,3	%
1/2"	12.700	395,7	6,4	27,4	72,6	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	2
3/8"	9.525	184,0	3,0	30,4	69,6	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	30,4	69,6	Max. Dens. Secc	=	1,831	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	595,0	9,7	40,1	59,9	Opt. Cont. Hum.	=	12,01	%
# 8	2.360	32,1	3,6	43,7	56,3	CBR 0.1" (100%)	=	38,6	%
# 10	2.000	25,3	2,9	46,6	53,4	CBR 0.1" (95%)	=	31,5	%
# 30	0.600	53,2	6,0	52,6	47,4	Ensayo Malle #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	17,4	2,0	54,6	45,4		6135,0	3779,1	38,4
# 50	0.300	7,2	0,8	55,4	44,6	% Grava	=	40,1	%
# 80	0.180	15,6	1,8	57,1	42,9	% Arena	=	21,5	%
# 100	0.150	11,5	1,3	58,4	41,6	% Fino	=	38,4	%
# 200	0.075	28,1	3,2	61,6	38,4	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	339,7	38,4	100,0	0,0		238,7	200,0	18,4%
FRACCIÓN		530,1				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		6.135,0				Coef. Curvatura	=		1,5
Descripción suelo:						Pat. de Expansión	=		Estable

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
 José Antonio Navero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

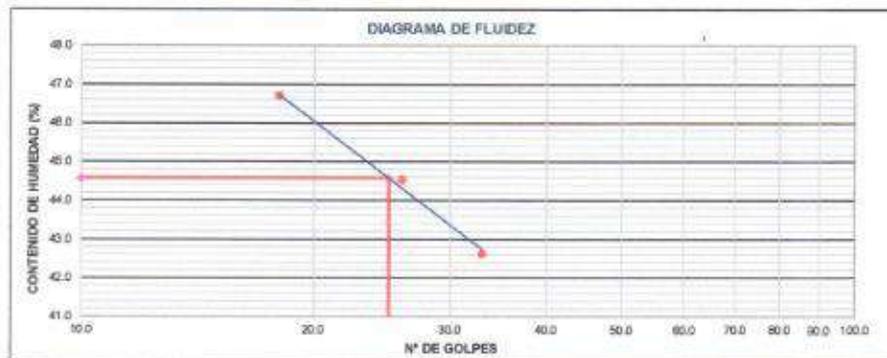
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-11	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	37.84	37.29	37.81
TARRO + SUELO SECO	28.48	28.94	29.05
AGUA	8.18	8.35	8.78
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	19.15	18.75	18.76
% DE HUMEDAD	42.81	44.53	46.70
N° DE GOLPES	33	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	27.49	27.69
TARRO + SUELO SECO	23.85	23.88
AGUA	3.64	3.81
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	13.70	13.63
% DE HUMEDAD	26.57	27.95



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	44.6
Límite Plástico	27.3
Índice Plástico	17.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flóres Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Huero Valera*  
 José A. Huero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 17211



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

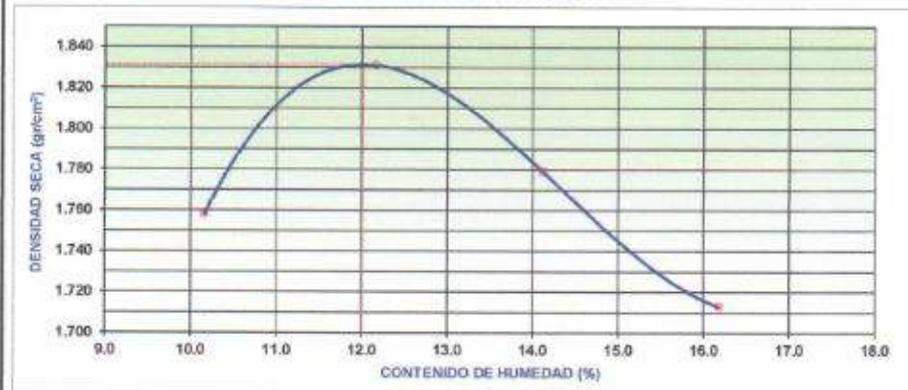
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10801	11048	10998	10915
PESO DE MOLDE (gr)	8707	8707	8707	8707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4094	4341	4291	4208
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.937	2.053	2.030	1.991
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.758	1.831	1.779	1.713

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	363.1	356.6	350.5	344.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	36.9	43.4	49.5	55.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	363.1	356.6	350.5	344.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.16	12.17	14.12	16.18
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.831	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.0	12.0

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Ely Floris Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucary Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca*	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-11	<b>FECHA</b> : 12/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		<b>CAPACIDAD</b> : 8000 Kg.
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.831 g/cm <sup>3</sup>	<b>ANILLO</b> : 1
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.0 %	

### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	24	23	22			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12504	12290	12036			
Peso de molde (gr)	8186	8207	8162			
Peso del suelo húmedo (gr)	4318	4083	3874			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106	2104	2111			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.050	1.940	1.835			
Humedad (%)	12.25	11.86	11.68			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.826	1.734	1.643			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	311.8	312.9	313.4			
Peso del Agua (gr)	38.2	37.1	36.6			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	311.8	312.9	313.4			
Humedad (%)	12.25	11.86	11.68			
Promed. de Humedad (%)	12.3	11.9	11.7			

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/03/2021	09:00:00	24	104.0	2.6	2.3	117.0	3.0	2.5	125.0	3.2	2.7
14/03/2021	09:00:00	48	119.0	3.0	2.6	129.0	3.3	2.8	116.0	2.9	2.5
15/03/2021	09:00:00	88	126.0	3.2	2.7	140.0	3.6	3.0	157.0	4.0	3.4
16/03/2021	09:00:00	96	134.0	3.4	2.9	151.0	3.8	3.3	169.0	4.3	3.7

### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24				MOLDE N° 23				MOLDE N° 22			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		30	9			19	6			15	5		
1.270		54	16			38	11			36	11		
1.905		78	23			57	17			53	16		
2.540	70.3	91	26	26.9	38.2	77	22	21.8	31.0	70	20	20.2	28.7
3.810		122	35			104	30			96	28		
5.080	105.5	154	44	45.6	43.2	131	38	37.9	36.9	116	34	33.9	32.1
6.350		183	53			154	44			136	39		
7.620		212	61			172	49			149	43		
10.160		244	70			204	59			167	48		
12.700		285	82			230	66			183	53		

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
Ingeniero Civil

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
Ingeniero Civil  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

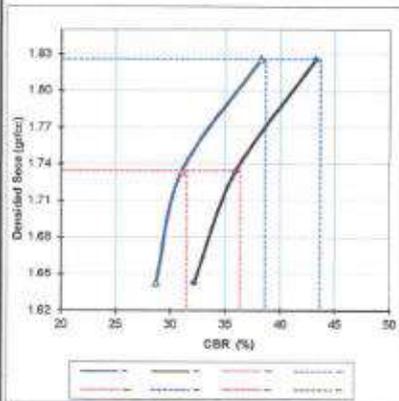
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000 <b>CALICATA</b> : C-11 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de cal <b>TESISTA</b> : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 12/03/2021
---	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 36.6	0.2": 43.7
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 31.5	0.2": 36.4

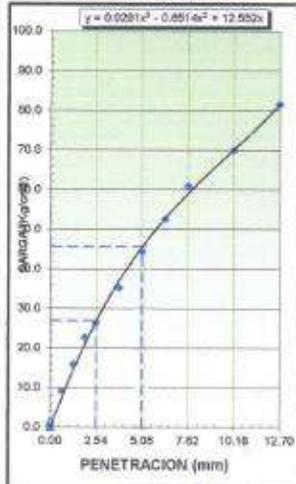
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.831	gr/cc
Óptimo Humedad	12.01	%

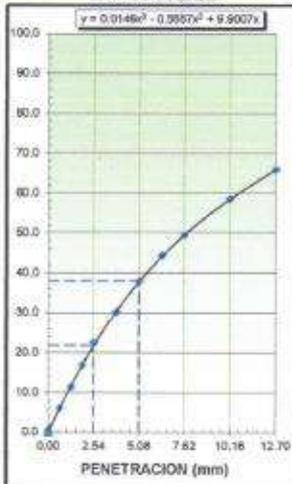
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

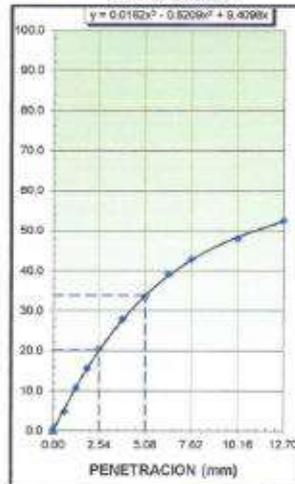
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 36344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC 0 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-85

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

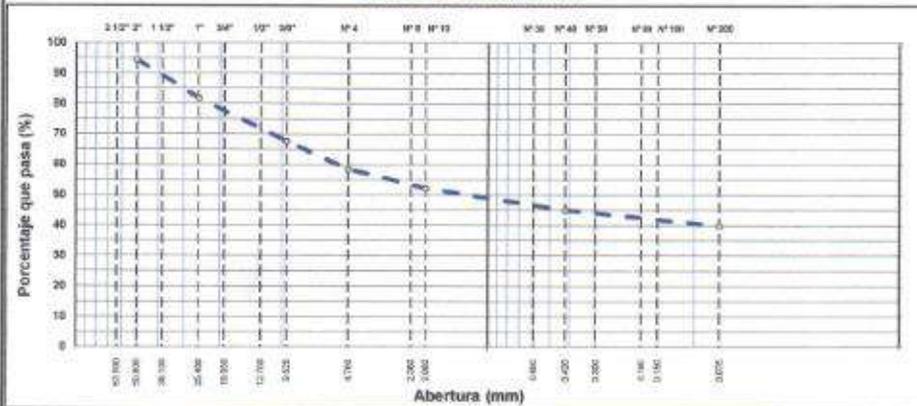
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.149,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	3.702,0	gr
2"	50.800	335,0	5,5	5,5	94,6	Peso fino	=	535,8	gr
1 1/2"	38.100	458,0	7,5	12,9	87,1	Limite liquido	=	41,1	%
1"	25.400	329,0	5,4	18,3	81,8	Limite plastico	=	28,0	%
3/4"	19.050	177,0	2,9	21,1	78,9	Indice plastico	=	18,1	%
1/2"	12.700	422,0	6,9	28,0	72,0	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	2
3/8"	9.525	267,0	4,3	32,3	67,7	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	32,3	67,7	Max. Dens. Seca	=	1.819	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	565,0	9,2	41,5	58,5	Dpt. Cont. Hum.	=	14,55	%
# 8	2.380	29,1	0,4	44,7	55,3	CBR 0.1" (100%)	=	40,8	%
# 10	2.000	27,8	0,4	47,7	52,3	CBR 0.1" (95%)	=	37,8	%
# 30	0.600	43,9	0,7	52,5	47,5	Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	21,3	0,3	54,8	45,2		6149,0	3702,0	39,8
# 50	0.300	11,5	0,2	56,1	43,9	% Grava	=	41,5	%
# 80	0.180	13,0	0,2	57,5	42,5	% Arena	=	18,7	%
# 100	0.150	9,7	0,1	58,6	41,4	% Fino	=	39,8	%
# 200	0.075	14,9	0,2	60,2	39,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	364,8	5,9	100,0	0,0		236,7	200,0	18,4%
<b>FRACCIÓN</b>		535,8				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		6.149,0				Coef. Curvatura	=	-	1,5
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=	-	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair R. Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Nuvoletta*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leiza Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.23	38.77	38.55
TARRO + SUELO SECO	30.19	30.35	29.89
AGUA	8.04	8.42	8.66
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	20.11	20.21	19.73
% DE HUMEDAD	39.99	41.86	43.89
N° DE GOLPES	31	23	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.39	25.98
TARRO + SUELO SECO	23.01	22.75
AGUA	3.38	3.23
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.82	12.59
% DE HUMEDAD	26.37	25.86



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	41.1
Límite Plástico	26.0
Índice Plástico	15.1

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Ronaldo Zegarra Flores**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José A. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 36344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 155 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

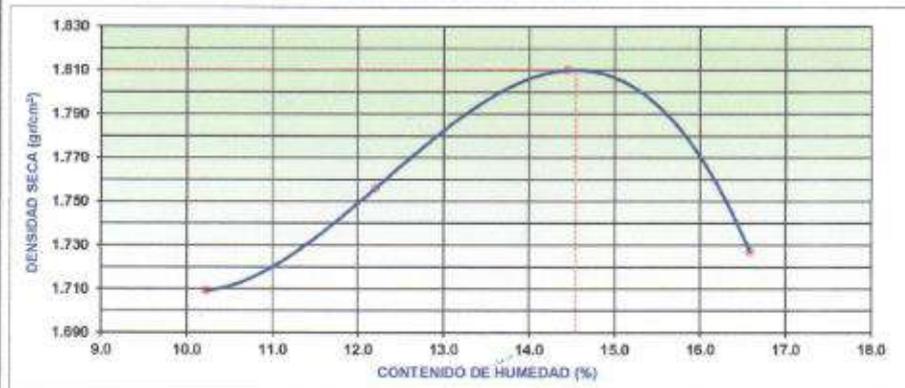
**METODO DE COMPACTACION** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10689	10871	11087	10963
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3982	4164	4380	4256
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.884	1.970	2.072	2.013
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.709	1.756	1.810	1.727

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	362.9	356.5	349.5	343.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	37.1	43.5	50.5	56.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	362.9	356.5	349.5	343.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.22	12.20	14.45	16.58
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.810</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>14.5</b>	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Edgery Valera*  
José A. Edgery Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 5% de cal  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 12/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.810 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.5%  
 CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	3		2		1	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	3		2		1	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		26		12	
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12687		12185		12028	
Peso de molde (gr)	8281		8040		8085	
Peso del suelo húmedo (gr)	4386		4145		3933	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118		2120		2117	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.071		1.955		1.858	
Humedad (%)	14.83		14.08		14.42	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.804		1.714		1.624	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	304.8		306.8		305.9	
Peso del Agua (gr)	45.2		43.2		44.1	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	304.8		306.8		305.9	
Humedad (%)	14.83		14.08		14.42	
Promed. de Humedad (%)	14.8		14.1		14.4	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/03/2021	11:00:00	24	92.0	2.3	2.0	106.0	2.7	2.3	114.0	2.9	2.5
14/03/2021	11:00:00	48	109.0	2.7	2.3	117.0	3.0	2.5	106.0	2.7	2.3
15/03/2021	11:00:00	88	115.0	2.9	2.5	128.0	3.3	2.8	146.0	3.7	3.2
16/03/2021	11:00:00	96	123.0	3.1	2.7	139.0	3.5	3.0	158.0	4.0	3.4

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		30	9			28	9			15	5		
1.270		54	15			51	15			40	12		
1.905		80	23			71	21			61	18		
2.540	70.3	101	29	28.6	40.6	91	26	28.5	37.6	83	24	23.2	33.0
3.810		132	38			124	36			111	32		
5.080	105.5	164	47	49.4	45.9	154	44	44.4	42.1	134	39	38.6	36.6
6.350		193	55			177	51			154	44		
7.620		222	64			195	56			167	48		
10.160		254	73			227	65			191	55		
12.700		289	83			248	71			212	61		

INGEONORT S.A.C.

Ego. Floris Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

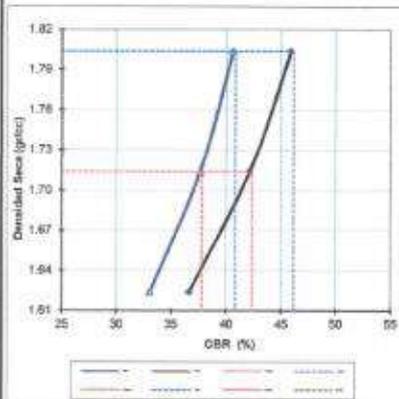
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000 <b>CALICATA</b> : C-11 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 5% de cal <b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 12/03/2021
---	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1"	40.8	0.2"	46.2
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1"	37.6	0.2"	42.4

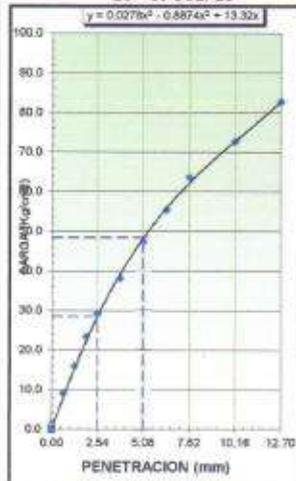
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.810	gr/cc
Óptimo Humedad	14.55	%

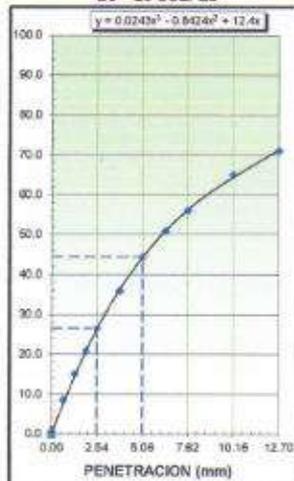
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

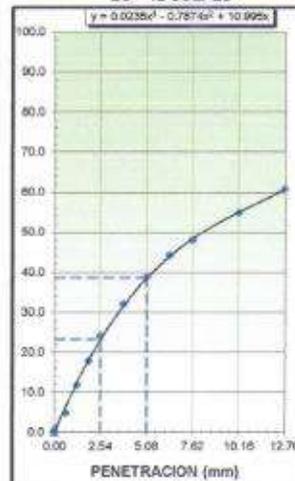
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-37 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacebamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

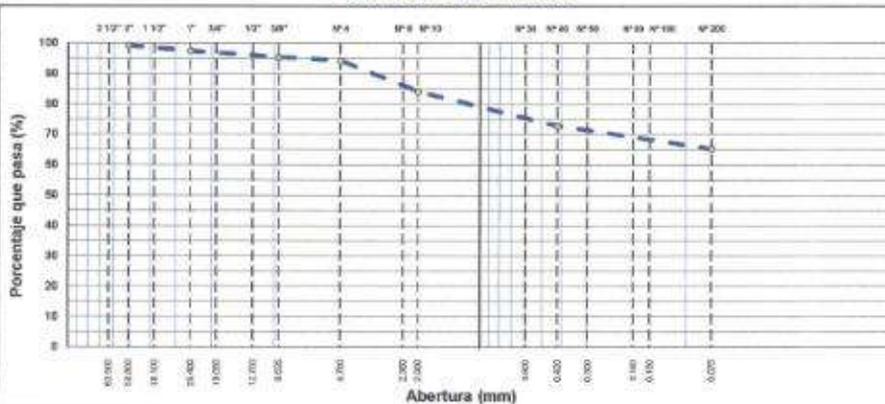
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	Marzo - 2021	gr
2 1/2"	63.500				100.0	Peso lavado	=	15374.8	gr
2"	50.800	347.0	0.8	0.8	99.2	Peso fino	=	525.7	gr
1 1/2"	38.100	446.0	1.0	1.8	98.2	Limite liquido	=	37.4	%
1"	25.400	341.0	0.8	2.6	97.4	Limite plastico	=	23.7	%
3/4"	19.050	185.0	0.4	3.0	97.0	Indice plastico	=	13.7	%
1/2"	12.700	395.0	0.9	3.9	96.1	Clasif. AASHTO	=	A-6	8
3/8"	9.525	291.0	0.7	4.5	95.5	Clasif. SUCCS	=	CL	
1/4"	6.350	0.0	0.0	4.5	95.5	Max. Dens. Seco	=	1.802	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	517.0	1.2	5.7	94.3	Opt. Cont. Hum.	=	15.72	%
# 8	2.360	26.6	4.8	10.5	89.5	CBR 0.1" (100%)	=	43.4	%
# 10	2.000	30.0	5.4	15.9	84.1	CBR 0.1" (95%)	=	40.2	%
# 30	0.600	36.8	7.0	22.9	77.2	Ensayo Mats #200	P.S. Seco	P.D. Lavado	% 200
# 40	0.420	23.5	4.2	27.1	72.9	Marzo - 2021	15374.8	65.3	
# 50	0.300	13.6	2.4	29.5	70.5	% Grava	=	5.7	%
# 80	0.180	10.0	1.8	31.3	68.7	% Arena	=	29.1	%
# 100	0.150	7.4	1.3	32.6	67.4	% Fino	=	65.3	%
# 200	0.075	11.8	2.1	34.8	65.3	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	363.8	65.3	100.0	0.0		236.7	200.0	18.4%
<b>FRACCIÓN</b>		525.7				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		Marzo - 2021				Coef. Curvatura	=	-	1.4
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=	-	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Alvarez Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4310 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

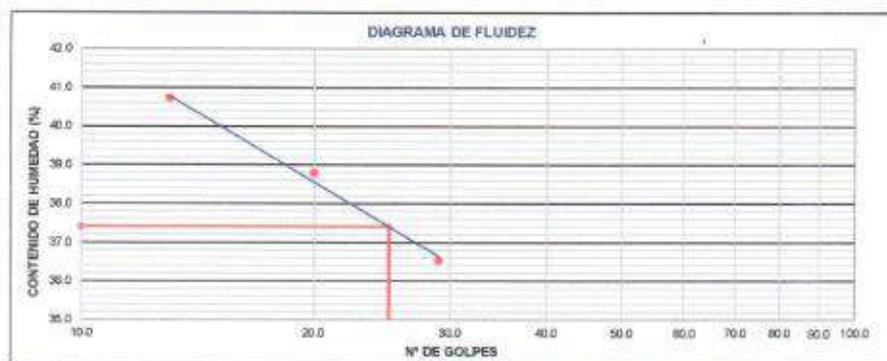
**FECHA** : Febrero - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.86	35.91	35.86
TARRO + SUELO SECO	28.98	28.74	28.83
AGUA	6.88	7.17	6.85
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	18.84	18.49	16.82
% DE HUMEDAD	36.52	38.78	40.73
N° DE GOLPES	29	20	13

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.39	27.12
TARRO + SUELO SECO	24.51	24.28
AGUA	2.88	2.84
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	12.05	12.06
% DE HUMEDAD	23.90	23.55



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	37.4
Límite Plástico	23.7
Índice Plástico	13.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Jair Flores Pérez*  
**Jair Flores Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jose A. Thucery Valera*  
**Jose A. Thucery Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

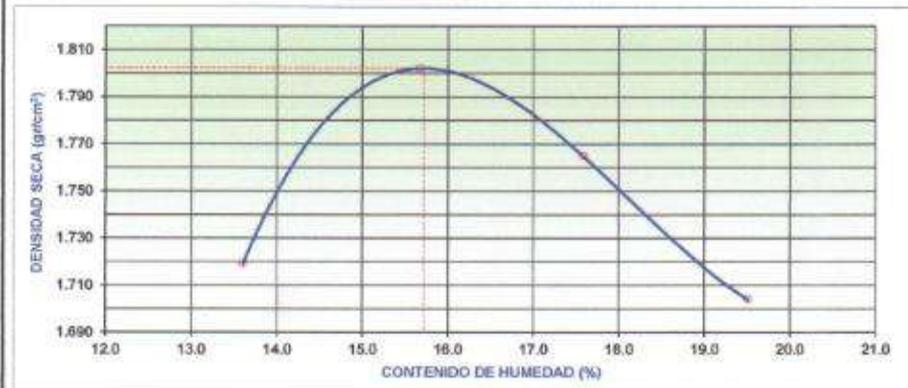
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10835	11113	11095	11012
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4128	4406	4388	4305
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.953	2.084	2.076	2.038
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.719	1.802	1.785	1.704

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	352.1	345.8	340.2	334.7
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	47.9	54.2	59.8	65.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	352.1	345.8	340.2	334.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.60	15.67	17.58	19.51
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.802	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Eusebio Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-11	<b>FECHA</b> : 12/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 7% de cal	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.802 g/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD	5000 Kg.
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.7 %	ANILLO	1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	6		5		4	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	6		5		4	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12722		12312		12162	
Peso de molde (gr)	8335		8158		8230	
Peso del suelo húmedo (gr)	4387		4153		3932	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107		2108		2110	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.082		1.970		1.883	
Humedad (%)	15.89		15.40		15.21	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797		1.707		1.617	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	302.0		303.3		303.8	
Peso del Agua (gr)	48.0		46.7		46.2	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	302.0		303.3		303.8	
Humedad (%)	15.89		15.40		15.21	
Promed. de Humedad (%)	15.9		15.4		15.2	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/03/2021	12:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/03/2021	12:00:00	24	81.0	2.1	1.8	97.0	2.5	2.1	104.0	2.6	2.3
14/03/2021	12:00:00	48	97.0	2.5	2.1	108.0	2.7	2.3	98.0	2.4	2.1
15/03/2021	12:00:00	88	86.0	2.4	2.1	119.0	3.0	2.6	135.0	3.4	2.9
16/03/2021	12:00:00	96	111.0	2.8	2.4	127.0	3.2	2.8	147.0	3.7	3.2

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		43	13			36	11			29	9		
1.270		67	20			55	16			49	15		
1.905		86	25			78	23			67	20		
2.540	70.3	104	30	30.4	43.2	99	29	28.1	40.0	84	24	24.5	34.9
3.810		135	39			128	37			110	32		
5.080	105.5	167	48	49.7	47.1	152	44	44.7	42.4	136	39	39.5	37.4
6.350		193	55			171	49			155	45		
7.620		223	64			189	54			168	48		
10.160		254	73			220	63			191	55		
12.700		289	83			247	71			214	61		

**INGEONORT S.A.C.**

*Eduy Flores Pérez*  
 INGENIERO CIVIL

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Alvarez Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

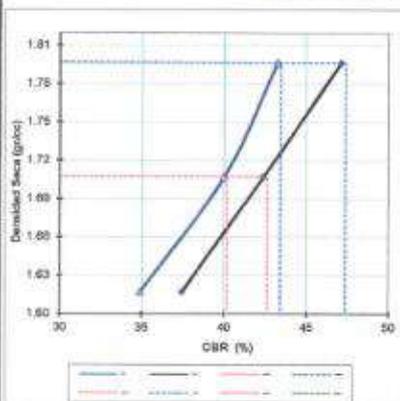
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 7% de cal  
**TEBISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 12/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 43.4	0.2": 47.4
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 40.2	0.2": 42.6

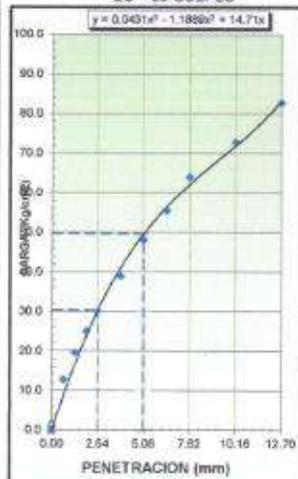
**Datos del Proctor**

Máx. Dens. Seca	1.802	gr/cc
Óptimo Humedad	15.72	%

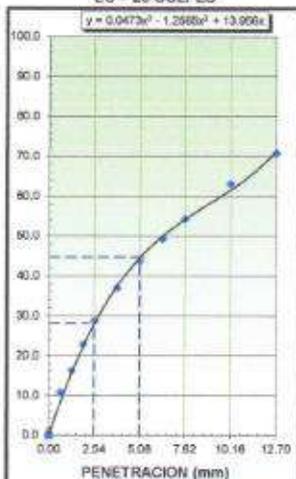
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

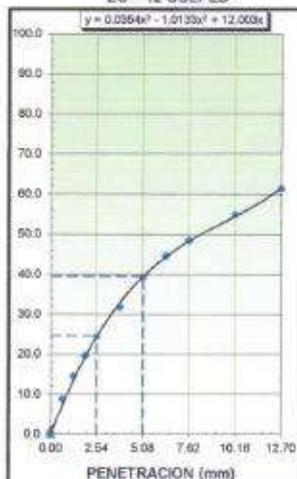
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
Ella Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 26344

**Suelo natural más yeso.**



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

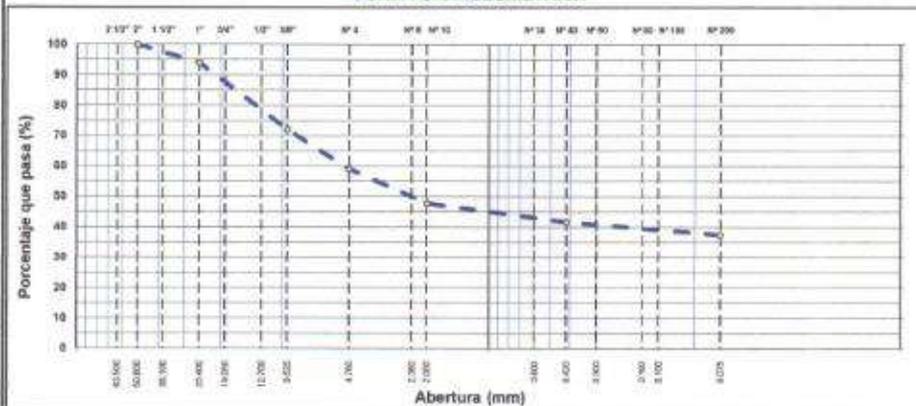
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.965.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3735.1 gr	
2"	50.800				100.0	Peso fino	=	538.9 gr	
1 1/2"	38.100	123.0	2.1	2.1	97.9	Limite líquido	=	36.4 %	
1"	25.400	231.0	3.9	5.9	94.1	Limite plástico	=	20.6 %	
3/4"	19.050	384.0	6.4	12.4	87.6	Indice plastico	=	15.6 %	
1/2"	12.700	546.0	9.2	21.5	78.5	Clasif. AASHTO	=	A-6 [2]	
3/8"	9.525	382.0	6.4	27.9	72.1	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0.0	0.0	27.9	72.1	Max. Dens. Seca	=	1.952 (g/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	776.0	13.0	40.9	59.1	Dpt. Cont. Hum.	=	11.05 %	
# 8	2.360	77.2	8.6	49.4	50.6	CBR 0.1" (100%)	=	26.7 %	
# 10	2.000	24.8	2.7	52.1	47.9	CBR 0.1" (95%)	=	22.8 %	
# 30	0.600	43.1	4.7	56.8	43.2	Ensayo Malla #200	P.S. Beca	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	14.7	1.6	58.4	41.6		5965.0	3735.1	37.4
# 50	0.300	9.1	1.0	59.4	40.6	% Grava	=	40.9 %	
# 80	0.180	13.2	1.4	60.9	39.1	% Arena	=	21.7 %	
# 100	0.150	7.3	0.8	61.7	38.3	% Fino	=	37.4 %	
# 200	0.075	8.4	0.9	62.6	37.4	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	341.1	57.4	100.0	0.0				
<b>FRACCIÓN</b>		<b>538.9</b>				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		<b>5,965.0</b>				Coef. Curvatura			
						Pot. de Expansión			

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*Eddy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*José Augusto Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LIMITES DE ATTERBERG  
NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Pofia Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
PROGRESIV. : Km. 0+000  
CALICATA : C-1  
MEZCLA : Suelo natural + 1.5% de yeso  
TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

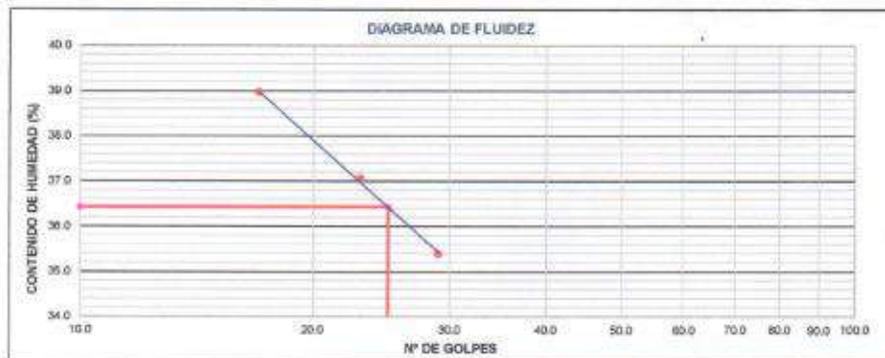
TÉCNICO : E.F.P.  
ING. RESP. : J.A.L.V.  
FECHA : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	37.15	37.45	37.61
TARRO + SUELO SECO	30.14	30.08	29.95
AGUA	7.01	7.37	7.66
PESO DEL TARRO	10.33	10.18	10.29
PESO DEL SUELO SECO	19.81	19.89	19.66
% DE HUMEDAD	35.39	37.05	38.96
N° DE GOLPES	29	23	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	25.31	25.36
TARRO + SUELO SECO	22.71	22.75
AGUA	2.60	2.61
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.56	12.50
% DE HUMEDAD	20.70	20.88



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	36.4
Límite Plástico	20.8
Índice Plástico	15.6

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ely Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 0+000

CALICATA : C-1

MEZCLA : Suelo natural + 1.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACION : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

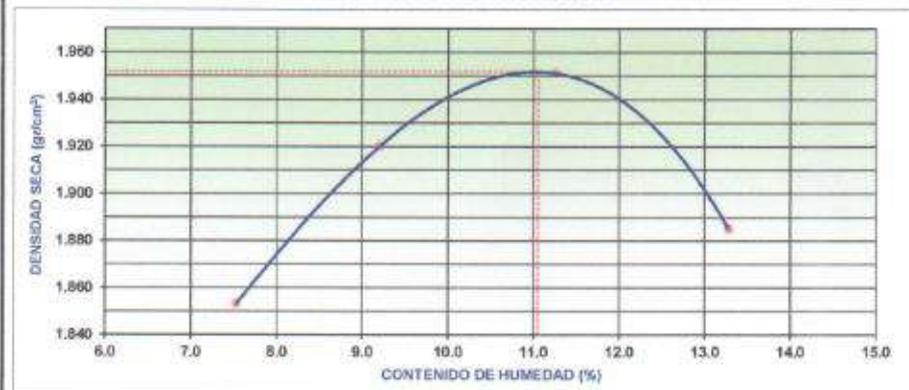
NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10918	11139	11297	11221
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4211	4432	4590	4514
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.992	2.086	2.171	2.135
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.853	1.920	1.951	1.885

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	372.0	366.3	359.5	353.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	28.0	33.7	40.5	46.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	372.0	366.3	359.5	353.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.53	9.20	11.27	13.28
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.952	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.1

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Emy Flores Pérez*  
Emy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 16/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.952 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.1 %

**CAPACIDAD** : 8000 Kg.  
**ANILLO** : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1			
N° Caps	5	5	5			
Golpes por caps N°	56	25	12			
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12871	12409	12231			
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095			
Peso del suelo húmedo (gr)	4590	4369	4136			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.061	1.954			
Humedad (%)	11.29	11.43	11.50			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.947	1.880	1.782			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	314.5	314.1	313.9			
Peso del Agua (gr)	35.5	35.9	36.1			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	314.5	314.1	313.9			
Humedad (%)	11.29	11.43	11.50			
Promed. de Humedad (%)	11.3	11.4	11.5			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	09:00:00	24	99.0	2.5	2.2	122.0	3.1	2.7	110.0	2.8	2.4
18/03/2021	09:00:00	48	122.0	3.1	2.7	134.0	3.4	2.9	121.0	3.1	2.6
19/03/2021	09:00:00	88	128.0	3.3	2.8	143.0	3.6	3.1	162.0	4.1	3.5
20/03/2021	09:00:00	96	138.0	3.5	3.0	157.0	4.0	3.4	176.0	4.5	3.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	8			14	5			13	4		
1.270		41	12			27	8			30	9		
1.905		52	15			41	12			40	12		
2.540	70.3	63	19	18.7	26.6	55	16	15.9	22.6	51	15	14.8	21.0
3.810		82	24			76	22			67	20		
5.085	105.5	106	31	31.5	29.9	93	27	27.3	25.9	82	24	24.8	23.5
6.350		125	36			108	31			97	28		
7.620		144	42			124	36			111	32		
10.160		160	46			139	40			123	36		
12.700		178	51			165	45			138	39		

INGEONORT S.A.C.

*Eva Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Tucuro Valero*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635675

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carreteras Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

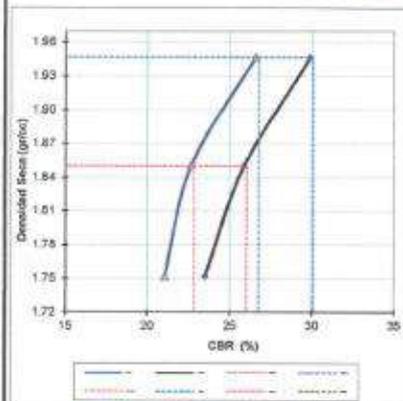
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 15/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Aí 100% De M.D.S. (%)	0.1":	26.7	0.2":	30.1
C.B.R. Aí 95% De M.D.S. (%)	0.1":	22.6	0.2":	26.0

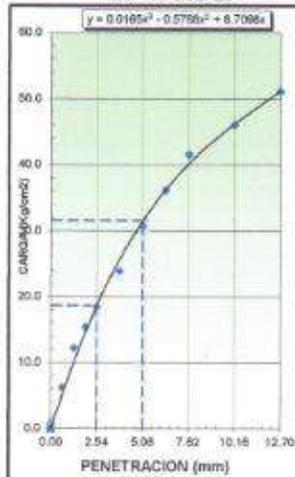
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.952	gr/cc
Óptimo Humedad	11.05	%

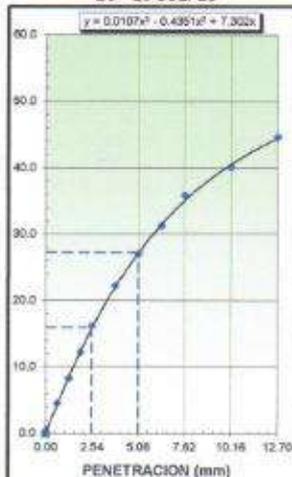
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

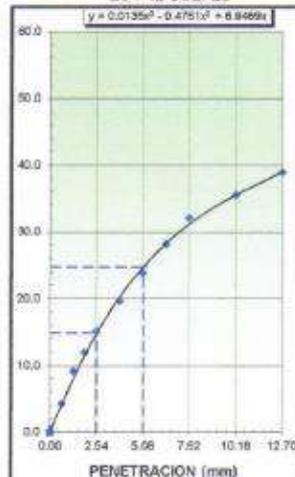
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José Álvarez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

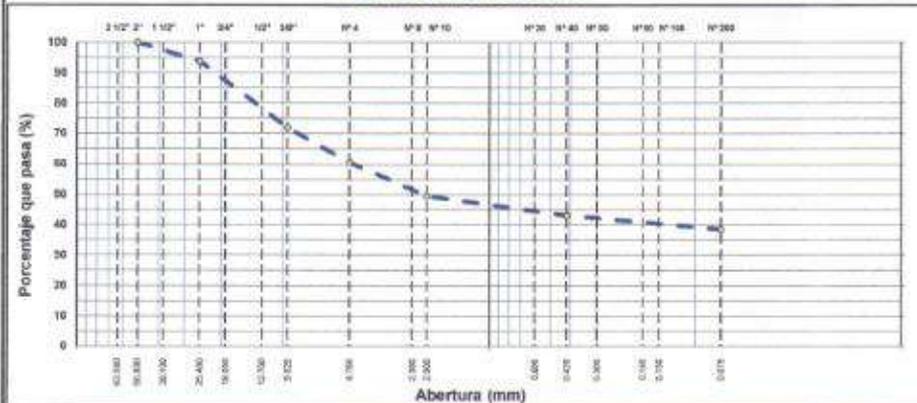
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.000,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3687,3	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	520,1	gr
1 1/2"	38.100	116,0	1,9	1,9	98,1	Límite líquido	=	34,5	%
1"	25.400	256,0	4,3	6,2	93,8	Límite plástico	=	20,1	%
3/4"	19.050	332,0	5,5	11,7	88,3	Índice plástico	=	14,4	%
1/2"	12.700	514,0	8,6	20,3	79,7	Clasif. AASHTO	=	A-6	(2)
3/8"	9.525	462,0	7,7	28,0	72,0	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	28,0	72,0	Max. Dem. Seca	=	1.937	(gr/ton)
# 4	4.750	685,0	11,4	39,4	60,6	Opt. Cont. Hum.	=	10,78	%
# 8	2.360	82,1	7,2	46,7	53,4	CBR 0.1" (100%)	=	30,2	%
# 10	2.000	33,2	3,9	50,5	49,5	CBR 0.1" (95%)	=	25,5	%
# 30	0.600	32,5	3,8	54,3	45,7	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	21,7	2,6	56,8	43,2		6000,0	3687,3	38,5
# 50	0.300	9,8	1,1	58,0	42,0	% Grava	=	39,4	%
# 80	0.180	11,3	1,3	59,3	40,7	% Arena	=	22,1	%
# 100	0.150	9,5	1,1	60,4	39,6	% Fino	=	38,5	%
# 200	0.075	9,1	1,1	61,5	38,5	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	330,9	38,5	100,0	0,0				
<b>FRACCIÓN</b>		520,1				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		6.000,0				Coef. Curvatura	=		
						Pol. de Expansión	=		

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

J. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Navarro Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LIMITES DE ATTERBERG  
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO 7-08 Y T 49

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	38.12	38.37	38.21
TARRO + SUELO SECO	31.12	31.06	30.62
AGUA	7.00	7.31	7.59
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	21.04	20.92	20.46
% DE HUMEDAD	33.27	34.94	37.10
N° DE GOLPES	31	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	27.31	27.41
TARRO + SUELO SECO	24.41	24.55
AGUA	2.90	2.86
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	14.22	14.39
% DE HUMEDAD	20.39	19.87



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	34.5
Límite Plástico	20.1
Índice Plástico	14.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Floris Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guacero Viqueza*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

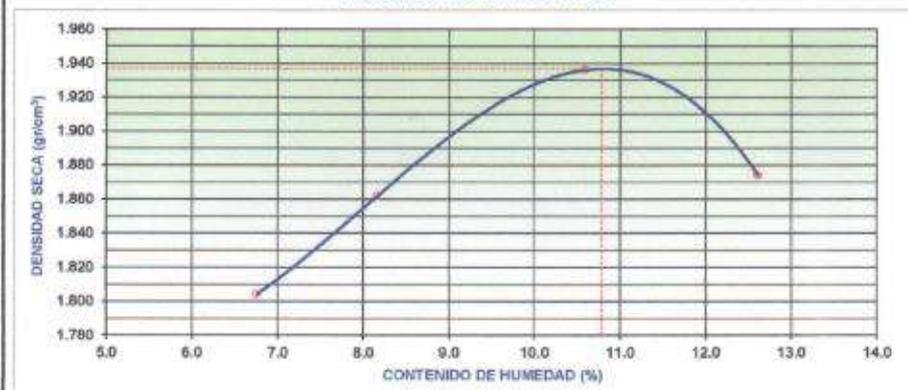
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10778	10965	11233	11169
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4071	4258	4526	4462
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.926	2.014	2.141	2.111
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.804	1.862	1.936	1.874

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	374.7	369.8	361.7	355.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	25.3	30.2	38.3	44.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	374.7	369.8	361.7	355.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.75	8.17	10.59	12.61
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.937	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.8

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
Lella Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-192

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-1	<b>FECHA</b> : 16/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		<b>CAPACIDAD</b> : 5000 Kg.
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.937 g/cm <sup>3</sup>	<b>ANILLO</b> : 1
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	10.6 %	

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Cond. de la muestra	6		5		4	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	6		5		4	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12831		12453		12284	
Peso de molde (gr)	8335		8159		8230	
Peso del suelo húmedo (gr)	4496		4294		4054	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107		2108		2110	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.134		2.037		1.921	
Humedad (%)	10.51		11.04		10.55	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.931		1.834		1.738	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	316.7		315.2		316.8	
Peso del Agua (gr)	33.3		34.8		33.4	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	316.7		315.2		316.8	
Humedad (%)	10.51		11.04		10.55	
Promed. de Humedad (%)	10.5		11.0		10.6	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/03/2021	1000:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	1000:00	24	88.0	2.2	1.9	110.0	2.8	2.4	99.0	2.5	2.2
18/03/2021	1000:00	48	110.0	2.8	2.4	122.0	3.1	2.7	112.0	2.8	2.4
19/03/2021	1000:00	88	116.0	2.9	2.5	131.0	3.3	2.8	150.0	3.8	3.3
20/03/2021	1000:00	96	127.0	3.2	2.8	145.0	3.7	3.2	165.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 5				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		25	8			19	6			19	6		
1.270		42	13			33	10			31	9		
1.905		57	17			47	14			42	13		
2.540	70.3	76	22	21.0	29.9	59	17	17.8	25.3	54	16	15.8	22.6
3.810		92	27			83	24			72	21		
5.080	106.5	119	34	34.8	33.0	102	30	29.6	28.1	87	25	26.1	24.6
6.350		135	39			116	34			102	30		
7.620		164	44			132	38			115	33		
10.160		175	50			147	42			128	37		
12.700		193	55			165	47			141	41		

INGEONORT S.A.C.

*Edu Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Manuel Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

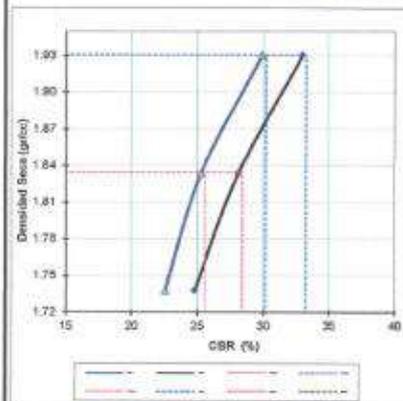
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 16/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 30.2	0.2": 33.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 25.5	0.2": 28.4

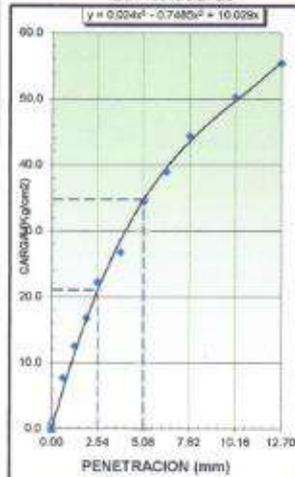
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.937	gr/cc
Óptimo Humedad	10.78	%

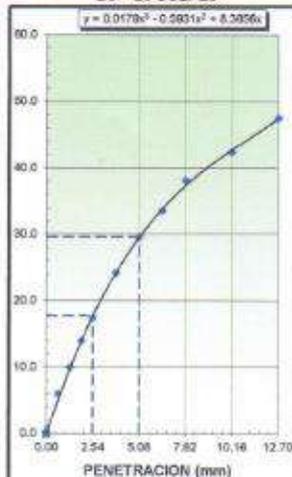
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

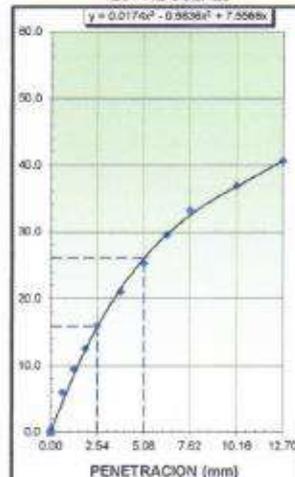
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Valera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-87

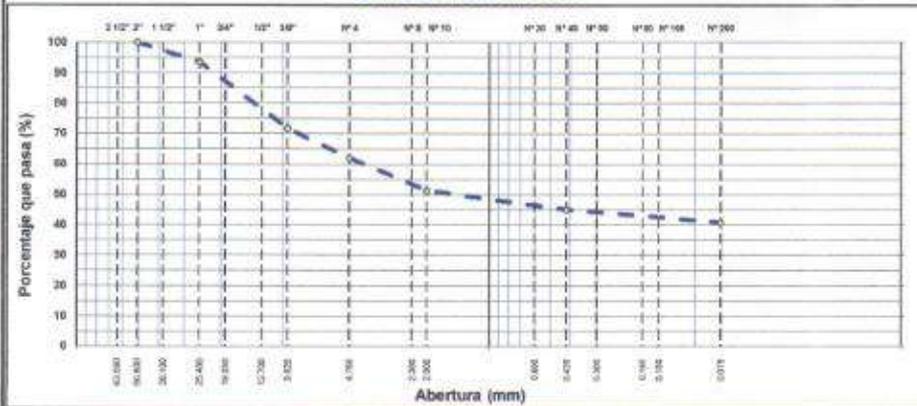
**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 0+000  
**CALICATA** : C-1  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Goguzo, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
3"	76.200					Peso total	=	6.400,0	gr		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3787,2	gr		
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	500,5	gr		
1 1/2"	38.100	109,0	1,7	1,7	98,3	Limite liquido	=	33,2	%		
1"	25.400	305,0	4,8	6,5	93,5	Limite plastico	=	19,5	%		
3/4"	19.050	265,0	4,1	10,6	89,4	Indice plastico	=	13,7	%		
1/2"	12.700	571,0	8,9	19,5	80,5	Clasif. AASHTO	=	A-6	[ 2 ]		
3/8"	9.525	558,0	8,7	28,2	71,8	Clasif. SUCCS	=	GC			
1/4"	6.350	0,0	0,0	28,2	71,8	Max. Dens. Secc	=	1.934	(gr/cm <sup>3</sup> )		
# 4	4.750	624,0	9,8	38,0	62,0	Opt. Cont. Hum.	=	10,22	%		
# 8	2.360	52,7	0,5	44,5	55,5	CBR 0.1" (100%)	=	31,6	%		
# 10	2.000	33,9	0,2	48,7	51,3	CBR 0.1" (95%)	=	27,1	%		
# 30	0.600	26,1	0,2	51,9	48,1	Ensayo Malla #200	P.C. (Seco)	5400,0	P.S. Lavado	3787,2	% 200
# 40	0.420	23,7	0,2	54,9	45,1						
# 50	0.300	7,2	0,0	55,8	44,2	% Grava	=	38,0	%		
# 80	0.180	12,8	0,1	57,4	42,7	% Arena	=	21,2	%		
# 100	0.150	8,2	0,0	58,1	41,9	% Fino	=	40,8	%		
# 200	0.075	8,5	0,1	59,2	40,8	% Humedad	P.S.H.		P.S.S.	%	
< # 200	FONDO	329,4	40,8	100,0	0,0						
FRACCIÓN		500,5				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia		
TOTAL		6.400,0				Coef. Curvatura	=				
						Por. de Expansión	=				

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 Eddy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 José A. Guerrero Vekero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76844



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4310 - AASHTO T-99 Y T-90

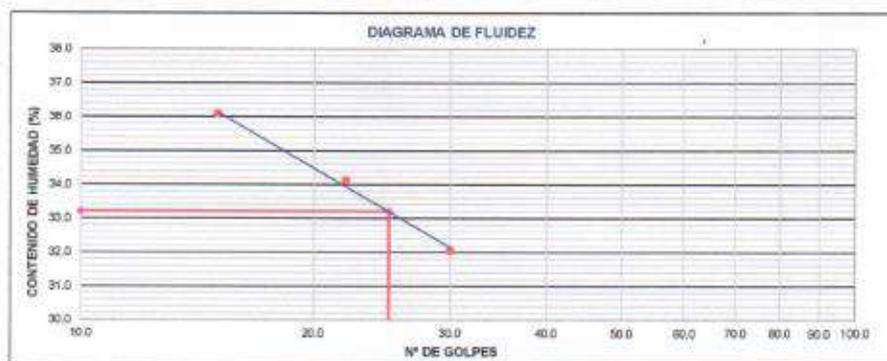
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-1	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HUMEDO	37.48	37.29	37.35
TARRO + SUELO SECO	30.83	30.41	30.63
AGUA	6.63	6.88	6.72
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	20.89	20.16	18.62
% DE HUMEDAD	32.04	34.13	36.09
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HUMEDO	25.67	25.71
TARRO + SUELO SECO	23.53	23.49
AGUA	2.14	2.22
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.07	11.27
% DE HUMEDAD	19.33	19.70



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	33.2
Límite Plástico	19.5
Índice Plástico	13.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair R. Zagarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Ancoera Valera*  
 José A. Ancoera Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 0+000

CALICATA : C-1

MEZCLA : Suelo natural + 4.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

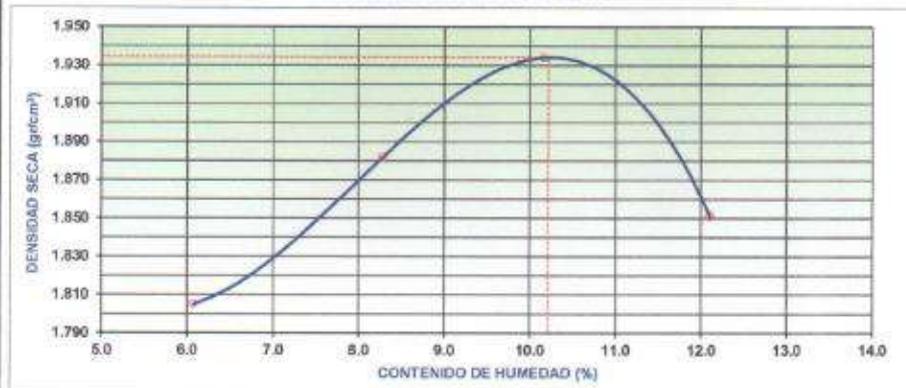
NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10755	11016	11210	11094
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4048	4309	4503	4387
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	2.038	2.130	2.075
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.805	1.882	1.934	1.851

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	377.1	369.4	363.1	356.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	22.9	30.6	36.9	43.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	377.1	369.4	363.1	356.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.07	8.28	10.16	12.11
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.934	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.2

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79644



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 0+000

**CALICATA** : C-1

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.934 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 10.2 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANELLO : 1

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	9	8	7
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12600	12337	12320
Peso de molde (gr)	8103	8046	8267
Peso del suelo húmedo (gr)	4497	4291	4033
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.126	2.025	1.906
Humedad (%)	10.34	10.62	9.89
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.927	1.831	1.734
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	317.2	316.4	318.5
Peso del Agua (gr)	32.8	33.6	31.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	317.2	316.4	318.5
Humedad (%)	10.34	10.62	9.89
Promed. de Humedad (%)	10.3	10.6	9.9

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	11:00:00	24	77.0	2.0	1.7	101.0	2.6	2.2	90.0	2.3	2.0
18/03/2021	11:00:00	48	99.0	2.5	2.2	113.0	2.9	2.5	103.0	2.6	2.2
19/03/2021	11:00:00	88	105.0	2.7	2.3	122.0	3.1	2.7	141.0	3.6	3.1
20/03/2021	11:00:00	96	116.0	2.9	2.5	138.0	3.5	3.0	156.0	4.0	3.4

### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		17	5			15	5			12	4		
1.270		37	11			28	9			23	7		
1.905		61	18			49	15			39	12		
2.540	70.3	74	22	22.0	31.3	65	19	18.8	26.8	56	17	15.9	22.6
3.810		105	30			94	27			79	23		
5.080	105.5	137	40	39.6	37.5	116	34	33.8	32.1	97	28	28.3	26.9
6.350		166	48			141	41			117	34		
7.620		187	54			169	46			130	38		
10.160		218	63			191	55			148	43		
12.700		249	71			223	64			162	47		

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Encero Valera*  
Jose A. Encero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

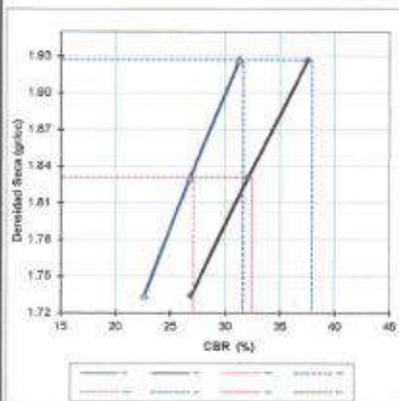
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 0+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-1	<b>FECHA</b> : 16/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 31.6	0.2": 37.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 27.1	0.2": 32.4

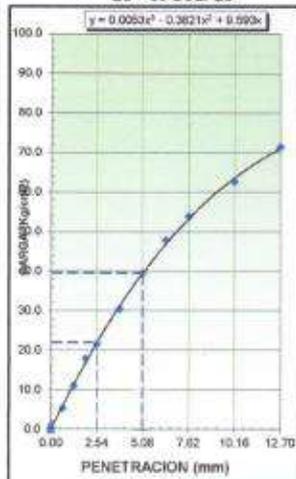
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.934	gr/cc
Óptimo Humedad	16.22	%

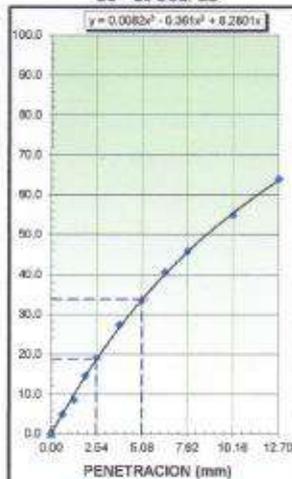
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

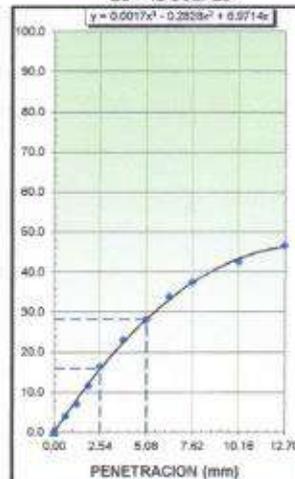
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. V.*  
Jairo Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. L. V.*  
Jairo Flores Pérez  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

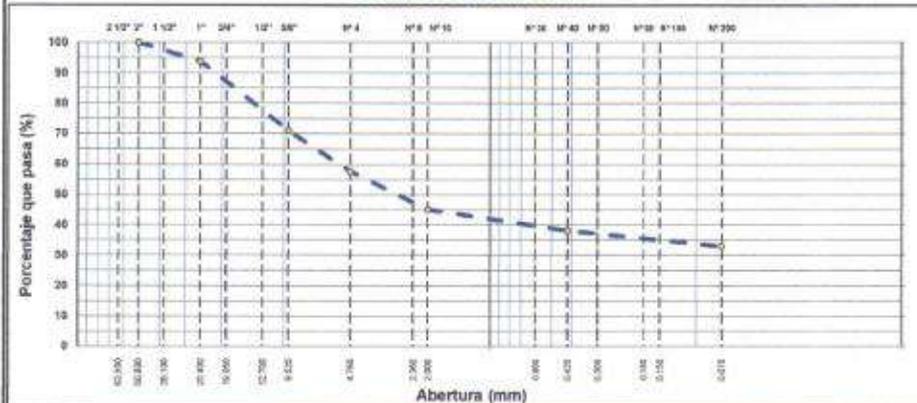
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.800,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3685,4	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	500,0	gr
1 1/2"	38.100	125,0	2,2	2,2	97,8	Limite liquido	=	34,0	%
1"	25.400	233,0	4,0	6,2	93,8	Limite plastico	=	21,5	%
3/4"	19.050	390,0	6,7	12,9	87,1	Indice plastico	=	12,5	%
1/2"	12.700	550,0	9,5	22,4	77,6	Clasif. AASHTO	=	A-2-6	[1]
3/8"	9.525	383,0	6,6	29,0	71,0	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	29,0	71,0	Max. Dens. Seca	=	1.902	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	780,0	13,5	42,4	57,6	Opt. Cont. Hum.	=	10,43	%
# 8	2.360	83,0	1,4	52,0	48,0	CBR 0.1" (100%)	=	25,3	%
# 10	2.000	25,0	0,4	54,9	45,1	CBR 0.1" (95%)	=	21,6	%
# 30	0.600	45,0	0,8	60,1	40,0	Ensayo Malla #200	P.O. Reca.	P.O. Lavado	% 200
# 40	0.420	15,8	0,3	61,9	38,2		5800,0	3685,4	33,0
# 50	0.300	10,3	0,2	63,0	37,0	% Grava	=	42,4	%
# 80	0.180	15,6	0,3	64,8	35,2	% Arena	=	24,6	%
# 100	0.150	9,2	0,2	65,9	34,1	% Fino	=	33,0	%
# 200	0.075	9,6	0,2	67,0	33,0	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	286,7	33,0	100,0	0,0				
<b>FRACCIÓN</b>		<b>500,0</b>				<b>Coef. Uniformidad</b>			<b>Indice de Consistencia</b>
<b>TOTAL</b>		<b>5.800,0</b>				<b>Coef. Curvatura</b>			
						<b>Por. de Expansión</b>			

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Jady Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Quevedo Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 71544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LIMITES DE ATTERBERG

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 90

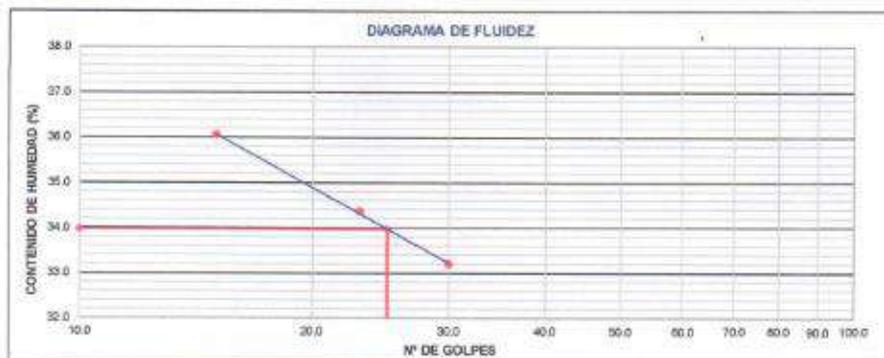
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 1.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	16	17	18
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.15	37.57	37.01
TARRO + SUELO SECO	30.86	31.00	30.30
AGUA	6.29	6.57	6.71
PESO DEL TARRO	11.91	11.88	11.59
PESO DEL SUELO SECO	18.95	19.12	18.61
% DE HUMEDAD	33.19	34.36	36.06
N° DE GOLPES	30	23	15

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	19	20
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.55	27.90
TARRO + SUELO SECO	24.00	25.10
AGUA	2.55	2.80
PESO DEL TARRO	12.28	11.92
PESO DEL SUELO SECO	11.74	13.18
% DE HUMEDAD	21.72	21.24



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	34.0
Límite Plástico	21.5
Índice Plástico	12.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zagarra Flores*  
Jair Ronaldo Zagarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Apucero Valero*  
José A. Apucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1587

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 1+000

CALICATA : C-2

MEZCLA : Suelo natural + 1.5% de yeso

TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10830	11000	11137	11140
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4123	4293	4430	4433
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.950	2.031	2.096	2.097
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.833	1.875	1.902	1.866

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	376.0	369.3	363.0	356.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	24.0	30.7	37.0	44.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	376.0	369.3	363.0	356.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.36	8.31	10.19	12.36
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.902	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		10.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

José Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76244



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 1+000  
**CALICATA** : C-2  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 16/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.902 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 10.4 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1893 - AASHTO T-193

	7	8	9
Molde N°	7	8	9
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12782	12315	12107
Peso de molde (gr)	8287	8046	8103
Peso del suelo húmedo (gr)	4475	4269	4004
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116	2119	2115
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.115	2.015	1.893
Humedad (%)	10.61	10.91	10.01
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.912	1.817	1.721
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	320.0	300.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	289.3	270.5	272.7
Peso del Agua (gr)	30.7	29.5	27.3
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	289.3	270.5	272.7
Humedad (%)	10.61	10.91	10.01
Promed. de Humedad (%)	10.6	10.9	10.0

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	09:00:00	24	88.0	2.2	1.9	110.0	2.8	2.4	99.0	2.5	2.2
18/03/2021	09:00:00	48	111.0	2.8	2.4	122.0	3.1	2.7	110.0	2.8	2.4
19/03/2021	09:00:00	86	116.0	2.9	2.5	131.0	3.3	2.8	150.0	3.6	3.3
20/03/2021	09:00:00	96	126.0	3.2	2.7	145.0	3.7	3.2	164.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	6			12	4			10	3		
1.270		39	12			25	6			25	8		
1.905		60	15			39	12			34	10		
2.540	70.3	61	18	10.1	25.7	54	16	15.4	21.9	46	14	13.3	18.9
3.810		80	23			74	22			62	18		
5.080	105.5	104	30	30.8	29.2	91	26	26.6	25.3	77	22	23.0	21.9
6.350		123	36			106	31			92	27		
7.620		142	41			122	35			106	31		
10.160		158	46			137	40			118	34		
12.700		176	51			153	44			130	38		

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**

**Ingeniería Geotécnica**

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peñas Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

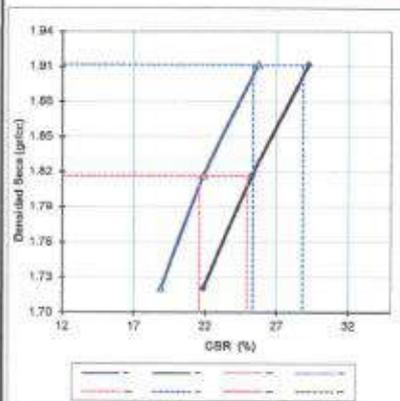
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 16/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 25.3	0.2": 28.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 21.6	0.2": 24.9

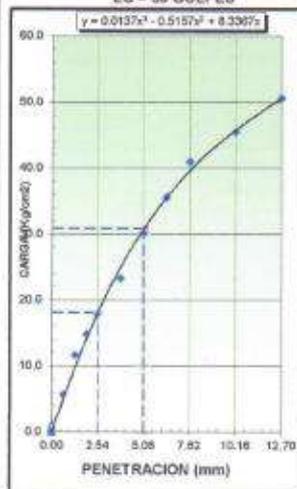
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.902	gr/cc
Optimo Humedad	10.43	%

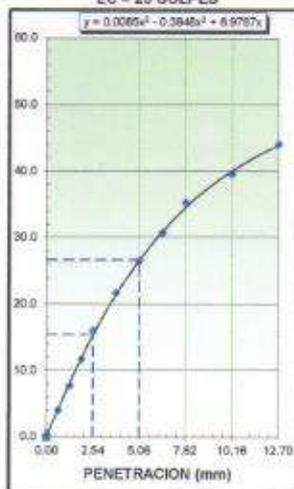
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

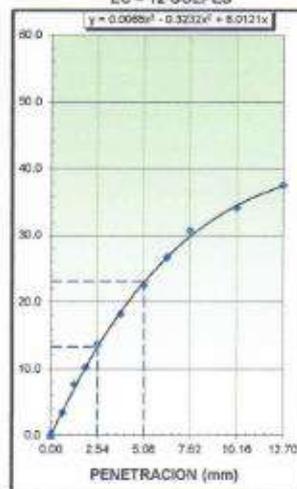
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
**Leila Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair A. Zegarra Flores**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

BTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T 11, T 27 Y T 46

**PROYECTO :** Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV. :** Km. 1+000

**CALICATA :** C-2

**MEZCLA :** Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA :** Lolle Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO :** E.F.P.

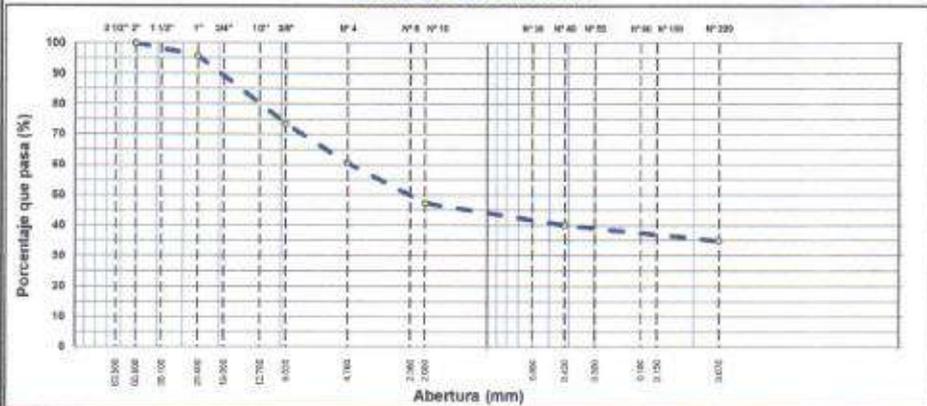
**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.950.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3871.5	gr
2"	50.800				100.0	Peso fino	=	515.0	gr
1 1/2"	38.100	120.0	2.0	2.0	98.0	Limite liquido	=	30.2	%
1"	25.400	130.0	2.2	4.2	95.8	Limite plastico	=	21.1	%
3/4"	19.050	391.0	6.6	10.8	89.2	Indice plastico	=	9.2	%
1/2"	12.700	551.0	9.3	20.0	80.0	Clasif. AASHTO	=	A-2-4	(0)
3/8"	9.525	385.0	6.5	26.5	73.5	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0.0	0.0	28.5	73.5	Max. Dens. Seca	=	1.887	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	770.0	12.9	39.4	60.6	Opt. Cont. Hum.	=	9.70	%
# 8	2.360	86.0	1.4	49.6	50.4	CBR 0.1" (100%)	=	25.6	%
# 10	2.000	26.0	0.4	52.6	47.4	CBR 0.1" (85%)	=	23.2	%
# 30	0.600	46.0	0.8	58.0	42.0	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	16.0	0.3	59.9	40.1		5950.0	3071.5	34.9
# 50	0.300	9.0	0.1	61.0	39.0	% Grava	=	39.4	%
# 60	0.180	14.9	0.2	62.7	37.3	% Arena	=	25.6	%
# 100	0.150	11.0	0.2	64.0	36.0	% Fino	=	34.9	%
# 200	0.075	9.0	0.1	65.1	34.9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	297.1	34.9	100.0	0.0				
FRACCIÓN		515.0				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		5.950.0				Coef. Curvatura	=		
						Pot. de Expansión	=		

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jairo*  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

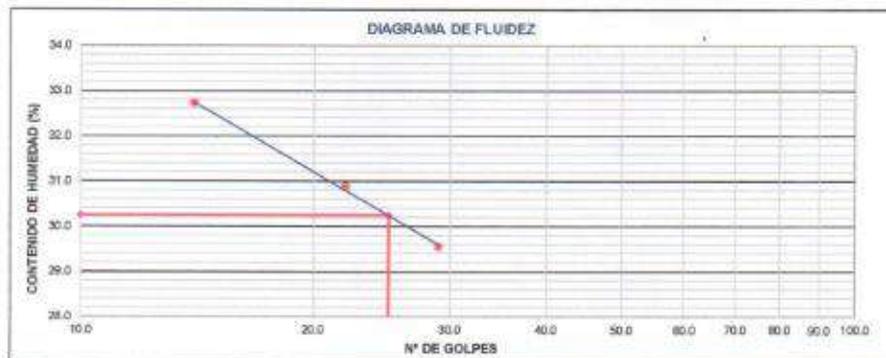
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	12	22	23
TARRO + SUELO HUMEDO	37.00	37.60	38.00
TARRO + SUELO SECO	30.90	31.42	31.50
AGUA	6.10	6.18	6.50
PESO DEL TARRO	10.25	11.41	11.64
PESO DEL SUELO SECO	20.65	20.01	19.86
% DE HUMEDAD	29.54	30.88	32.73
N° DE GOLPES	29	22	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	24	25
TARRO + SUELO HUMEDO	26.57	27.95
TARRO + SUELO SECO	24.00	25.14
AGUA	2.57	2.81
PESO DEL TARRO	11.43	12.19
PESO DEL SUELO SECO	12.57	12.95
% DE HUMEDAD	20.45	21.70



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	30.2
Limite Plástico	21.1
Índice Plástico	9.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Nucero Valera*  
José A. Nucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10730	10910	11078	11060
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4023	4203	4371	4353
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.903	1.988	2.068	2.059
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.852	1.887	1.843

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	380.0	372.7	365.0	358.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	20.0	27.3	35.0	42.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	380.0	372.7	365.0	358.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.26	7.32	9.59	11.73

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.887      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 9.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 1+000  
**CALICATA** : C-2  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 16/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.887 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.7 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	13	14	15
Molde N°	13	14	15
N° Capas	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12135	11985	11835
Peso de molde (gr)	7723	7805	7713
Peso del suelo húmedo (gr)	4412	4181	3922
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2113	2096
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.079	1.979	1.869
Humedad (%)	10.01	10.21	9.89
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.890	1.796	1.701
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0	300.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	272.7	272.2	273.0
Peso del Agua (gr)	27.3	27.8	27.0
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	272.7	272.2	273.0
Humedad (%)	10.01	10.21	9.89
Promed. de Humedad (%)	10.0	10.2	9.9

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/03/2021	13:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	13:00:00	24	75.0	1.9	1.8	97.0	2.5	2.1	88.0	2.2	1.9
18/03/2021	13:00:00	48	97.0	2.5	2.1	109.0	2.8	2.4	98.0	2.5	2.1
19/03/2021	13:00:00	88	102.0	2.6	2.2	118.0	3.0	2.6	139.0	3.5	3.0
20/03/2021	13:00:00	96	113.0	2.9	2.5	132.0	3.4	2.9	153.0	3.9	3.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	6			13	4			8	3		
1.270		39	12			29	9			25	8		
1.905		50	15			43	13			35	11		
2.540	70.3	61	18	18.1	25.7	57	17	16.4	23.4	46	14	13.4	19.0
3.810		80	23			78	23			52	18		
5.080	105.5	104	30	30.8	29.2	95	28	27.9	26.5	77	22	23.2	22.0
6.350		123	36			110	32			95	28		
7.620		142	41			126	36			106	31		
10.160		158	46			141	41			118	34		
12.700		176	51			157	45			130	38		

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
 Eddy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

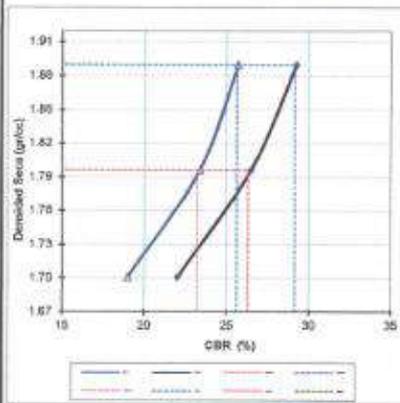
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000 <b>CALICATA</b> : C-2 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 16/03/2021
--	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 25.6	0.2": 29.2
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 23.2	0.2": 26.3

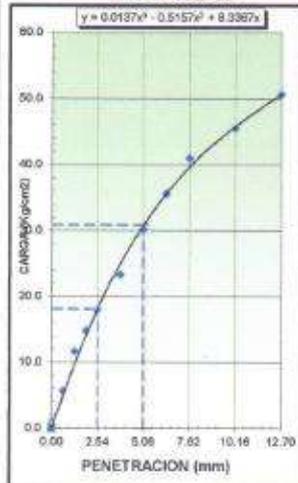
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.887	gr/cc
Óptimo Humedad	9.70	%

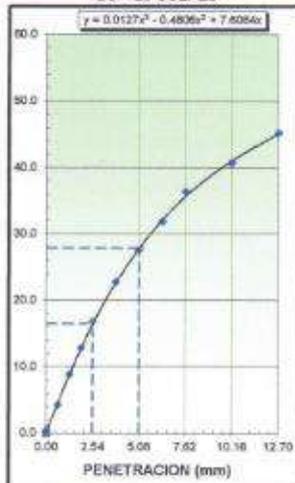
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

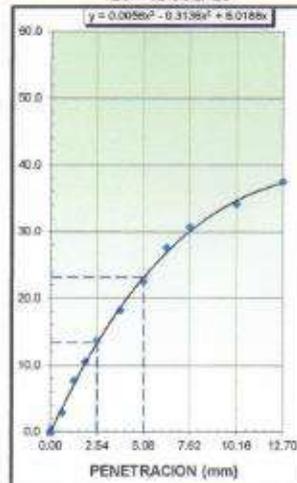
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Tenorio Segura  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76244



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, U 264 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-86

**PROYECTO** : 'Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca'

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

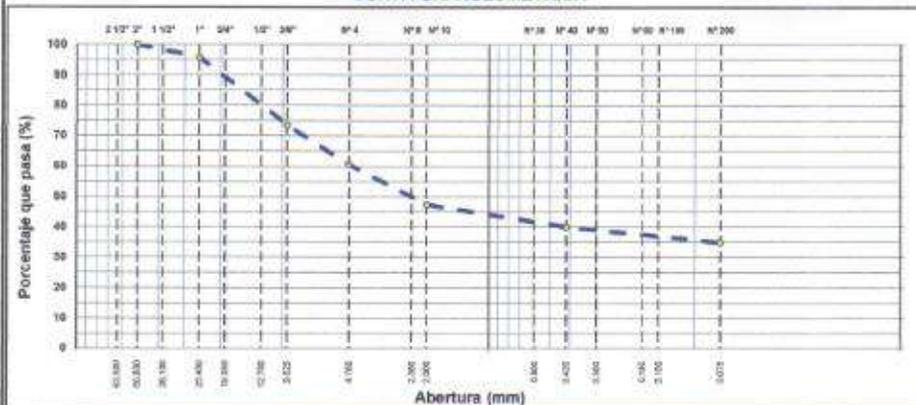
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	5.950,0	gf
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	3871,5	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	515,0	gr
1 1/2"	38.100	120,0	2,0	2,0	98,0	Limite líquido	=	27,6	%
1"	25.400	130,0	2,2	4,2	95,8	Limite plastico	=	18,6	%
3/4"	19.050	391,0	6,6	10,8	89,2	Indice plastico	=	6,7	%
1/2"	12.700	551,0	9,3	20,0	80,0	Clasif. AASHTO	=	A-2-4	0
3/8"	9.525	385,0	6,5	26,5	73,5	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	28,5	73,5	Max. Dens. Seca	=	1.855	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	770,0	12,9	39,4	60,6	Opt. Cont. Hum.	=	8,20	%
# 8	2.360	86,0	1,4	49,8	50,6	CBR 0.1" (100%)	=	27,7	%
# 10	2.000	26,0	0,4	52,8	47,4	CBR 0.1" (85%)	=	25,3	%
# 30	0.600	46,0	0,8	58,0	42,0	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	16,0	0,3	59,9	40,1		1850,0	3871,5	34,9
# 50	0.300	9,0	0,1	61,0	39,0	% Grava	=	39,4	%
# 80	0.180	14,9	0,2	62,7	37,3	% Arena	=	25,6	%
# 100	0.150	11,0	0,2	64,0	36,0	% Fino	=	34,8	%
# 200	0.075	9,0	0,1	65,1	34,9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	297,1	34,9	100,0	0,0				
<b>FRACCIÓN</b>		515,0				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		5.950,0				Coef. Curvatura	=		
						Pot. de Expansión	=		

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Eddy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Guerrero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76744



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	26	27	28
TARRO + SUELO HUMEDO	37.25	37.46	37.45
TARRO + SUELO SECO	32.05	31.55	31.21
AGUA	5.20	5.91	6.24
PESO DEL TARRO	12.46	10.40	10.45
PESO DEL SUELO SECO	19.59	21.15	20.76
% DE HUMEDAD	26.54	27.94	30.06
N° DE GOLPES	31	23	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	29	30
TARRO + SUELO HUMEDO	26.57	27.85
TARRO + SUELO SECO	24.30	25.50
AGUA	2.27	2.45
PESO DEL TARRO	12.31	12.43
PESO DEL SUELO SECO	11.99	13.07
% DE HUMEDAD	18.93	18.75



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	27.6
Límite Plástico	18.8
Índice Plástico	8.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elis Floris Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Álvarez Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 7044

**INGEONORT S.A.C****Ingeniería Geotécnica**

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO****ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

MTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos; carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 1+000**CALICATA** : C-2**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores**TÉCNICO** : E.F.P.**ING. RESP.** : J.A.L.V.**FECHA** : Marzo - 2021**COMPACTACIÓN****MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10902	10780	10940	10950
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3895	4073	4233	4243
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.842	1.927	2.002	2.007
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.776	1.821	1.855	1.826

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	385.6	378.0	370.5	364.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	14.4	22.0	29.5	36.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	385.6	378.0	370.5	364.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.73	5.82	7.96	9.89
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.855			ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
				8.2

**CURVA DE COMPACTACIÓN**

**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Ancero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C. I. D. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 1+000

**CALICATA** : C-2

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarras Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.855 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.2 %

CAPACIDAD : 8000 Kg

ANELLO : 1

#### ENSAYO DE CBR MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	16	17	18			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	26	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12452	12369	11816			
Peso de molde (gr)	8196	8324	7990			
Peso del suelo húmedo (gr)	4256	4045	3826			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2109	2106	2114			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.018	1.921	1.810			
Humedad (%)	8.51	8.70	8.11			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.860	1.767	1.674			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	325.0	300.0	300.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	299.5	276.0	277.5			
Peso del Agua (gr)	25.5	24.0	22.5			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	299.5	276.0	277.5			
Humedad (%)	8.51	8.70	8.11			
Promed. de Humedad (%)	8.5	8.7	8.1			

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/03/2021	14:00:00	24	65.0	1.7	1.4	88.0	2.2	1.9	79.0	2.0	1.7
18/03/2021	14:00:00	48	88.0	2.2	1.9	100.0	2.5	2.2	89.0	2.3	1.9
19/03/2021	14:00:00	88	92.0	2.3	2.0	107.0	2.7	2.3	130.0	3.3	2.8
20/03/2021	14:00:00	96	103.0	2.6	2.2	120.0	3.0	2.6	140.0	3.6	3.0

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 16				MOLDE N° 17				MOLDE N° 18			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		23	7			17	5			10	3		
1.270		44	13			33	10			24	7		
1.905		65	16			47	14			37	11		
2.540	70.3	66	19	19.6	27.8	63	19	18.0	25.6	49	15	14.0	19.9
3.810		85	25			84	24			65	19		
5.080	105.5	109	32	32.5	30.9	101	29	29.6	28.1	80	23	24.1	22.8
6.350		128	37			114	33			98	28		
7.620		147	42			130	38			109	32		
10.160		163	47			145	42			121	35		
12.700		181	52			161	46			133	38		

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José R. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 7634



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

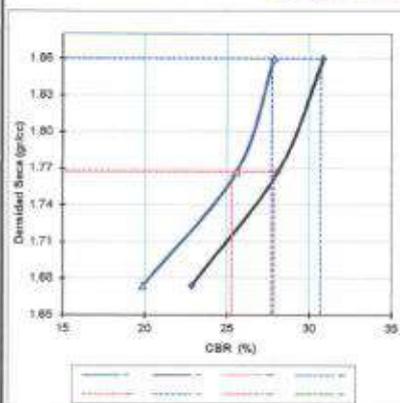
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 1+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-2	<b>FECHA</b> : 16/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 27.7	0.2": 30.7
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 25.3	0.2": 27.8

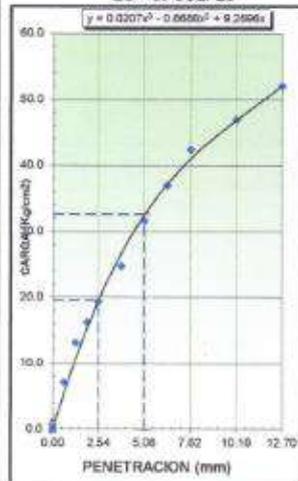
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.855	gr/cc
Óptimo Humedad	8.20	%

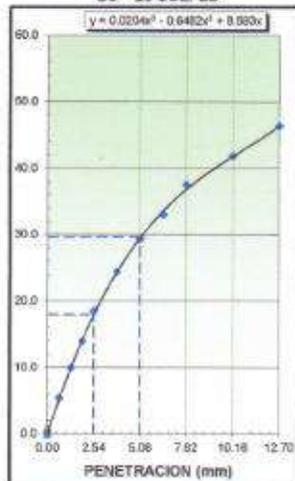
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

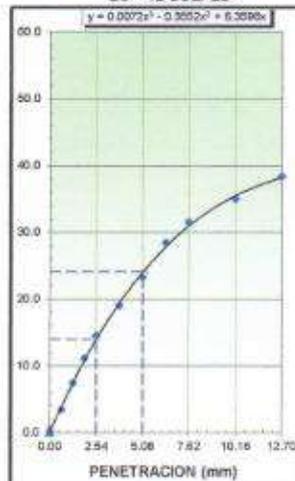
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Laila Florés Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C.

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 101, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

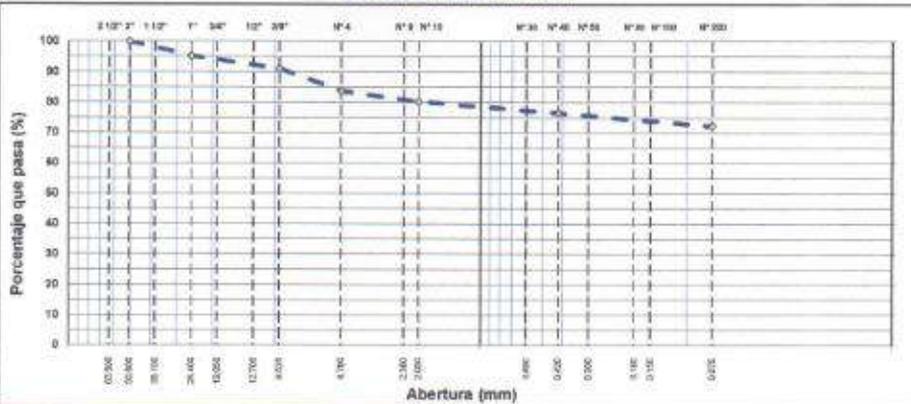
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
3"	76.200					Peso total	=	4.330,0	gr		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1208,1	gr		
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	492,5	gr		
1 1/2"	38.100	87,0	2,0	2,0	98,0	Límite líquido	=	52,5	%		
1"	25.400	118,0	2,7	4,7	96,3	Límite plástico	=	35,8	%		
3/4"	19.050	95,0	2,2	6,9	93,1	Índice plástico	=	16,7	%		
1/2"	12.700	38,0	0,8	7,8	92,2	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(12)		
3/8"	9.525	51,0	1,2	8,9	91,1	Clasif. SUCCS	=	MH			
1/4"	6.350	0,0	0,0	8,9	91,1	Max. Dens. Seca	=	1.833	(gr/cm <sup>3</sup> )		
# 4	4.760	315,0	7,3	16,2	83,8	Opt. Cont. Hum.	=	17,78	%		
# 6	2.360	11,7	0,3	18,2	81,8	CBR 0.1" (100%)	=	19,5	%		
# 10	2.000	9,3	0,2	19,8	80,2	CBR 0.1" (25%)	=	13,4	%		
# 30	0.600	15,5	0,4	22,4	77,6	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	4330,0	P.S. Lavado	1208,1	% 200
# 40	0.420	5,1	0,1	23,5	76,5						
# 50	0.300	3,4	0,1	24,0	76,0	% Grava	=	16,2	%		
# 80	0.180	7,7	0,2	25,4	74,7	% Arena	=	11,7	%		
# 100	0.150	7,8	0,2	26,7	73,3	% Fino	=	72,1	%		
# 200	0.075	7,2	0,2	27,9	72,1	% Humedad	P.S.H.	214,9	P.S.S.	172,7	%
< # 200	FONDO	423,8	72,1	100,0	0,0						24,4%
FRACCIÓN		492,5				Coef. Uniformidad	=		Índice de Coesistencia		
TOTAL		4.330,0				Coef. Curvatura	=		1,7		
Descripción suelo:						Pot. de Expansión	=		Estable		

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
**Eddy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
**José Augusto Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-49

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

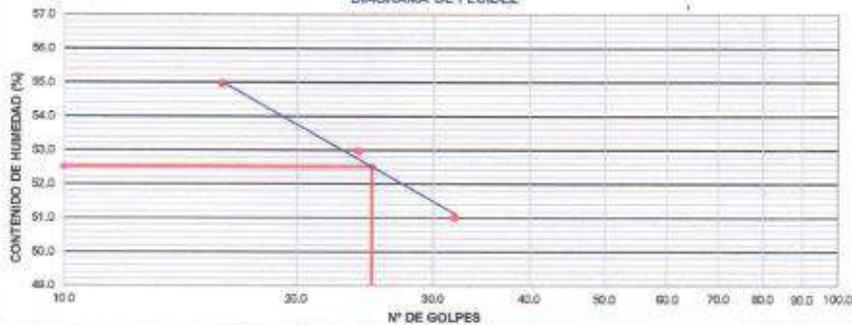
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	36.88	36.53	36.57
TARRO + SUELO SECO	27.78	27.41	27.25
AGUA	8.90	9.12	9.32
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.45	17.22	16.98
% DE HUMEDAD	51.00	52.98	54.95
N° DE GOLPES	32	24	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	25.37	25.45
TARRO + SUELO SECO	21.29	21.51
AGUA	4.08	3.94
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.14	11.28
% DE HUMEDAD	36.62	34.99

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	52.5
Límite Plástico	35.8
Índice Plástico	16.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
Flora Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C. I. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 2+000

CALICATA : C-3

MEZCLA : Suelo natural + 1.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

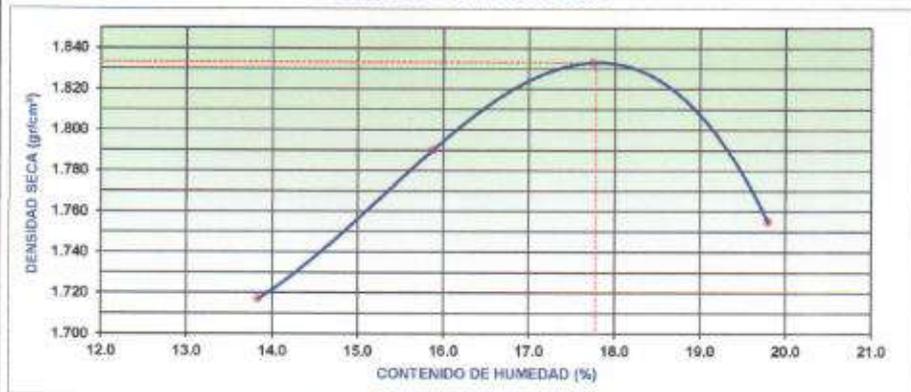
NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5906	6019	6098	6045
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1841	1954	2033	1980
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.954	2.074	2.158	2.102
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.717	1.790	1.833	1.755

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	351.4	345.2	339.7	333.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	48.6	54.8	60.3	66.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	351.4	345.2	339.7	333.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.83	15.87	17.75	19.80
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.833	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.8

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 17/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.833 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.8 %

CAPACIDAD : 8800 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	12	11	10	
N° Capa	5	5	5	
Golpes por capa N°	66	25	12	
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12633	12339	12252	
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030	
Peso del suelo húmedo (gr)	4621	4304	4222	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.149	2.054	1.940	
Humedad (%)	17.45	18.16	17.81	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.830	1.738	1.647	
Tarro N°	S/N	S/N	S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	298.0	296.2	297.1	
Peso del Agua (gr)	52.0	53.8	52.9	
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00	
Peso del suelo seco (gr)	298.0	296.2	297.1	
Humedad (%)	17.45	18.16	17.81	
Promed. de Humedad (%)	17.6	18.2	17.8	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	09:00:00	24	60.0	1.5	1.3	119.0	3.0	2.6	120.0	3.0	2.6
19/03/2021	09:00:00	48	78.0	2.0	1.7	124.0	3.1	2.7	135.0	3.4	2.9
20/03/2021	09:00:00	88	91.0	2.3	2.0	161.0	4.1	3.5	172.0	4.4	3.7
21/03/2021	09:00:00	96	100.0	2.5	2.2	178.0	4.6	3.9	199.0	4.8	4.1

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	3			7	3			4	2		
1.270		23	7			11	4			10	3		
1.905		34	10			19	6			17	5		
2.540	70.3	46	14	13.6	19.3	31	9	9.2	13.1	26	8	8.2	11.6
3.810		66	19			48	14			43	13		
5.080	105.5	89	26	26.0	24.7	63	19	18.4	17.5	66	17	16.4	15.6
6.350		111	32			80	23			71	21		
7.620		128	37			94	27			84	24		
10.160		151	44			114	33			98	28		
12.700		169	49			137	40			114	33		

INGEONORT S.A.C.

*Emy Flores Pérez*  
 Emy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucena Valera*  
 Jose A. Lucena Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 43344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

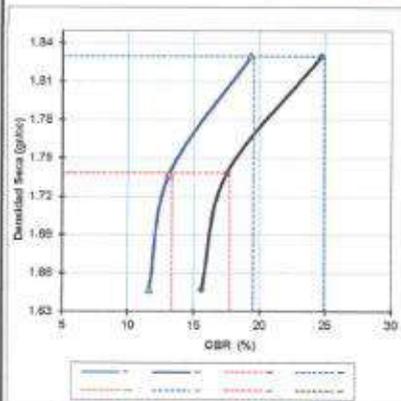
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #963635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> :	"Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> :	E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b>	Km. 2+000	<b>ING. RESP.</b> :	J.A.L.V.
<b>CALICATA</b>	C-3	<b>FECHA</b>	: 17/03/2021
<b>MEZCLA</b>	Suelo natural + 1.5% de yeso		
<b>TESISTA</b>	Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores		

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 19.5	0.2": 24.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 13.4	0.2": 17.7

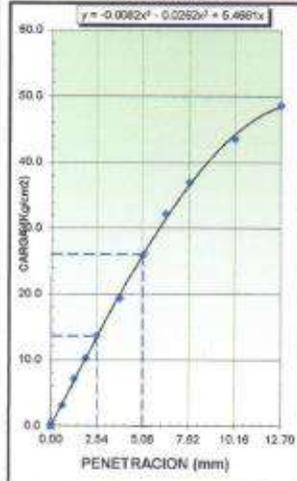
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Secca	1.833	g/cc
Óptimo Humedad	17.76	%

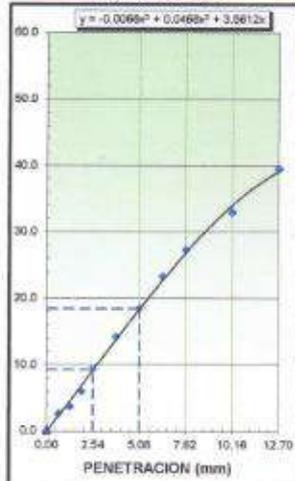
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

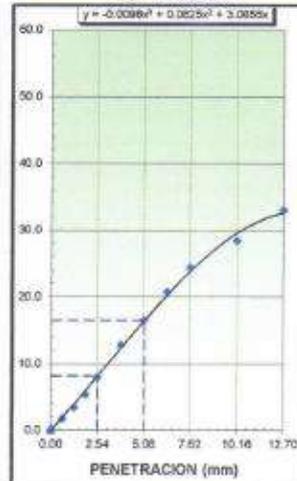
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valero*  
Jose A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 36344



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-85

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Begure, Jair Ronaldo Zegarra Flores

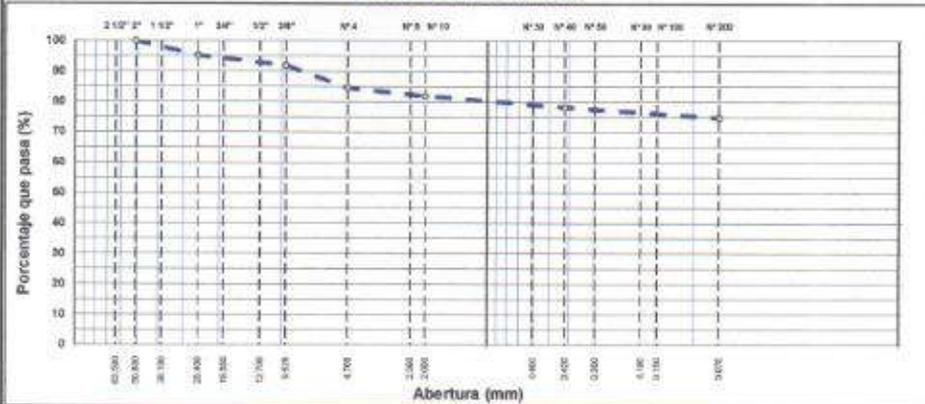
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	4.330,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1091,7	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	512,7	gr
1 1/2"	38.100	102,0	2,4	2,4	97,6	Límite líquido	=	90,2	%
1"	25.400	107,0	2,5	4,8	95,2	Límite plástico	=	35,0	%
3/4"	19.050	73,0	1,7	6,5	93,5	Índice plástico	=	15,2	%
1/2"	12.700	41,0	1,0	7,5	92,5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(12)
3/8"	9.525	25,0	0,6	8,1	92,0	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0,0	0,0	8,1	92,0	Max. Dens. Seca	=	1.820	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	321,0	7,4	15,5	84,8	Dpt. Cont. Hum.	=	17,11	%
# 8	2.360	8,9	1,5	16,9	83,1	CBR 0.1" (100%)	=	21,3	%
# 10	2.000	6,6	1,1	18,0	82,0	CBR 0.1" (95%)	=	14,2	%
# 30	0.600	15,4	2,6	20,6	79,4	Ensayo Mata #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	7,1	1,2	21,7	78,3		4330,0	1091,7	74,8
# 50	0.300	5,9	1,0	22,7	77,3	% Grava	=	15,5	%
# 80	0.180	4,4	0,7	23,4	76,6	% Arena	=	9,8	%
# 100	0.150	4,8	0,8	24,2	75,8	% Fino	=	74,8	%
# 200	0.075	6,1	1,0	25,2	74,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	453,5	74,8	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
<b>FRACCIÓN</b>		512,7				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		4.330,0				Coef. Curvatura	=		1,7
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Erick Flores Pérez*  
 Erick Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Bucero Valera*  
 Jose A. Bucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 79544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-40

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

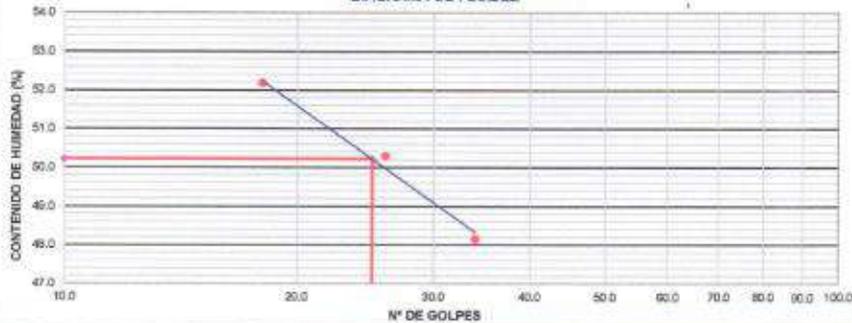
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	36.45	36.29	36.44
TARRO + SUELO SECO	27.88	27.54	27.43
AGUA	8.57	8.75	9.01
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	17.80	17.40	17.27
% DE HUMEDAD	48.15	50.29	52.17
N° DE GOLPES	34	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	26.48	25.52
TARRO + SUELO SECO	21.55	21.50
AGUA	3.93	4.02
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	11.36	11.34
% DE HUMEDAD	34.60	35.45

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	50.2
Límite Plástico	35.0
Índice Plástico	15.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José L. Lucero Natera*  
INGENIERO CIVIL  
C.T. N° 1234



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACION** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

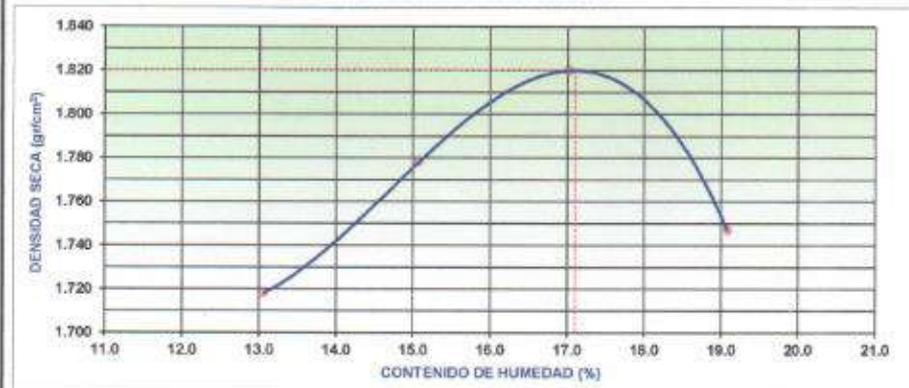
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5895	5892	6071	6025
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1830	1927	2006	1960
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.943	2.046	2.130	2.081
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.718	1.778	1.820	1.747

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	353.8	347.6	341.8	335.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	46.2	52.4	58.2	64.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	353.8	347.6	341.8	335.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.06	15.07	17.03	19.08
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.820</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>17.1</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elex Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Ancera Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*  
**PROGRESIV.** : Km. 2+000  
**CALICATA** : C-3  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 17/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.820 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.1 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13
N° Caps	5	5	5
Golpes por caps N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12194	12072	11789
Peso de molde (gr)	7713	7805	7723
Peso del suelo húmedo (gr)	4481	4267	4066
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098	2113	2122
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.136	2.019	1.916
Humedad (%)	17.53	16.98	17.17
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.817	1.726	1.635
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	297.8	299.2	298.7
Peso del Agua (gr)	52.2	50.8	51.3
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	297.8	299.2	298.7
Humedad (%)	17.53	16.98	17.17
Promed. de Humedad (%)	17.5	17.8	17.2

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	10:00:00	24	51.0	1.3	1.1	107.0	2.7	2.3	109.0	2.8	2.4
19/03/2021	10:00:00	48	65.0	1.7	1.4	111.0	2.8	2.4	124.0	3.1	2.7
20/03/2021	10:00:00	68	78.0	2.0	1.7	129.0	3.3	2.8	160.0	4.1	3.6
21/03/2021	10:00:00	96	67.0	2.2	1.9	165.0	4.2	3.6	172.0	4.4	3.7

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		12	4			6	2			1	1		
1.270		28	9			14	5			8	3		
1.905		38	11			22	7			14	5		
2.540	70.3	50	15	14.8	21.1	33	10	9.8	14.0	23	7	7.1	10.1
3.810		70	20			49	15			40	12		
5.080	105.5	93	27	27.1	25.7	65	19	19.2	16.2	49	15	14.8	14.1
6.350		112	32			83	24			64	19		
7.620		131	38			97	28			77	22		
10.160		154	44			112	32			92	27		
12.700		175	50			130	38			106	31		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

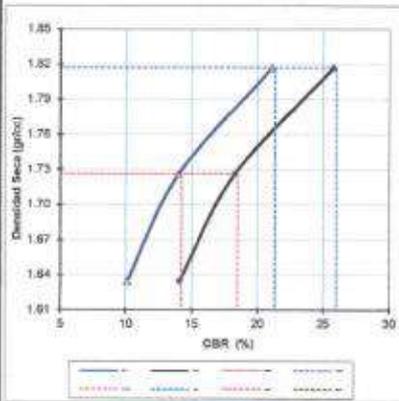
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 2+000 <b>CALICATA</b> : C-3 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 17/03/2021
--	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 21.3	0.2": 26.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 14.2	0.2": 18.5

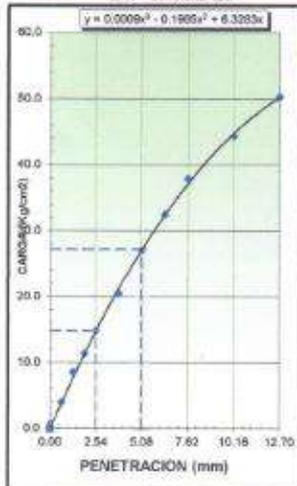
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.820	gr/cc
Óptimo Humedad	17.11	%

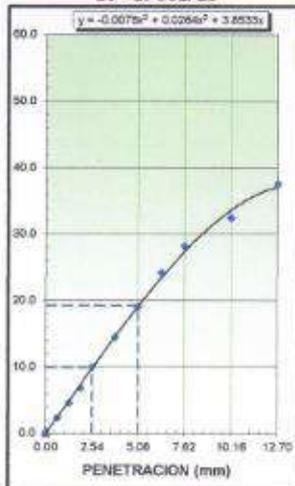
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

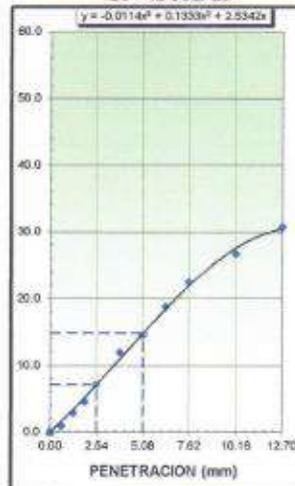
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Ella Florés Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Augusto Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Guevara, Jair Ronaldo Zegarra Flores

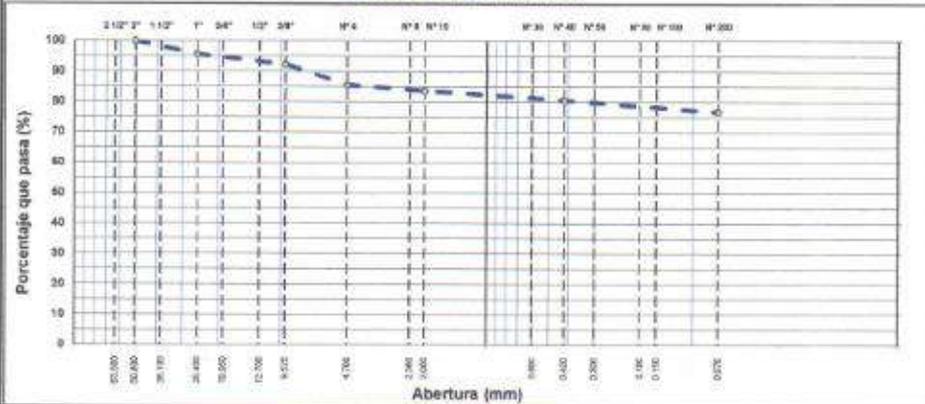
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76 200					Peso total	=	4,330.0	gr
2 1/2"	63 500					Peso lavado	=	1009.4	gr
2"	50 800				100.0	Peso fino	=	498.5	gr
1 1/2"	38 100	95.0	2.2	2.2	97.8	Límite líquido	=	47.9	%
1"	25 400	99.0	2.3	4.5	96.5	Límite plástico	=	34.1	%
3/4"	19 050	63.0	1.5	5.9	94.1	Índice plástico	=	13.5	%
1/2"	12 700	41.0	1.0	6.9	93.1	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(11)
3/8"	9 525	33.0	0.8	7.6	92.4	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6 350	0.0	0.0	7.6	92.4	Max. Dens. Seca	=	1,817	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4 760	295.0	6.8	14.5	85.6	Opt. Cont. Hum.	=	16.43	%
# 5	2 360	5.3	0.9	15.4	84.6	CBR 0.1" (100%)	=	26.2	%
# 10	2 000	5.8	1.0	16.4	83.6	CBR 0.1" (25%)	=	17.5	%
# 30	0 600	11.2	1.9	18.3	81.7	Ensayo Mata #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0 420	6.5	1.1	19.4	80.6		4330.0	1009.4	76.7
# 50	0 300	8.0	1.4	20.8	79.2	% Grava	=	14.5	%
# 80	0 180	6.1	1.0	21.8	78.2	% Arena	=	8.9	%
# 100	0 150	3.2	0.5	22.4	77.6	% Fino	=	76.7	%
# 200	0 075	5.5	0.9	23.3	76.7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	448.9	76.7	100.0	0.0		214.9	172.7	24.4%
FRACCIÓN		498.5				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		4,330.0				Coef. Curvatura	=		1.7
Descripción suelo:						Pot. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair Flores Perez*  
 Jair Flores Perez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*Jose A. Navarro Valero*  
 José A. Navarro Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4310 - AASHTO T-99 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 2+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-3	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HUMEDO	36.58	37.74	38.39
TARRO + SUELO SECO	28.14	28.72	29.51
AGUA	8.42	9.02	8.88
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	18.00	18.47	17.50
% DE HUMEDAD	46.78	48.84	50.74
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HUMEDO	27.11	26.94
TARRO + SUELO SECO	23.44	23.14
AGUA	3.67	3.80
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.99	10.92
% DE HUMEDAD	33.42	34.80



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	47.9
Límite Plástico	34.1
Índice Plástico	13.8

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Huérfano Valera*  
José A. Huérfano Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 2+000

CALICATA : C-3

MEZCLA : Suelo natural + 4.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

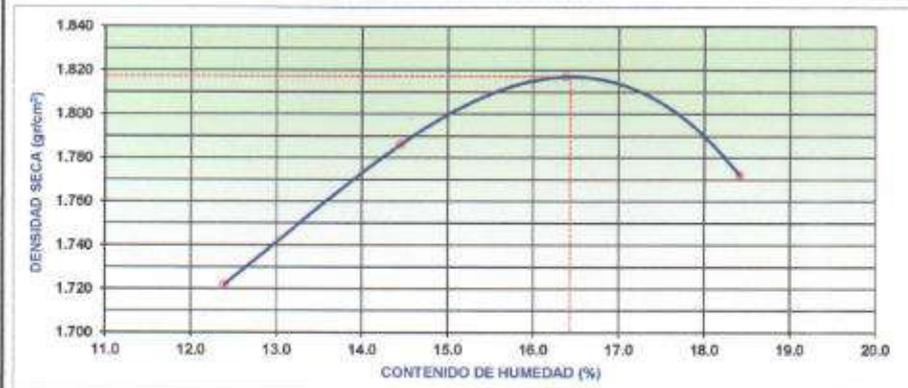
NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5888	5991	6057	6042
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1823	1926	1992	1977
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.935	2.045	2.115	2.099
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.786	1.817	1.772

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	355.9	349.5	343.7	337.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	44.1	50.5	56.3	62.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	355.9	349.5	343.7	337.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.39	14.45	16.38	18.41
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.817	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Elva Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Acero Natera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 16544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 2+000

**CALICATA** : C-3

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 17/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.817 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.4 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	18	17	16
Molde N°	18	17	16
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12446	12563	12211
Peso de molde (gr)	7990	8324	8196
Peso del suelo húmedo (gr)	4456	4239	4015
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2106	2109
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.108	2.013	1.904
Humedad (%)	16.32	16.94	16.74
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.812	1.721	1.631
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	300.9	299.3	299.8
Peso del Agua (gr)	49.1	50.7	50.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	300.9	299.3	299.8
Humedad (%)	16.32	16.94	16.74
Promed. de Humedad (%)	16.3	16.9	16.7

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	11:00:00	24	65.0	1.7	1.4	60.0	2.0	1.7	91.0	2.3	2.0
19/03/2021	11:00:00	48	79.0	2.0	1.7	92.0	2.3	2.0	104.0	2.6	2.3
20/03/2021	11:00:00	88	115.0	2.9	2.5	129.0	3.3	2.8	140.0	3.6	3.0
21/03/2021	11:00:00	96	128.0	3.3	2.8	142.0	3.6	3.1	164.0	3.9	3.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 18				MOLDE N° 17				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	6			7	3			4	2		
1.270		33	10			18	6			13	4		
1.905		46	14			28	9			23	7		
2.540	70.3	59	17	17.4	24.7	40	12	12.0	17.0	34	10	10.1	14.4
3.810		78	23			59	17			51	15		
5.080	105.5	103	30	30.1	28.5	79	23	22.7	21.5	66	19	19.1	18.2
6.350		122	35			96	28			81	24		
7.620		141	41			112	32			94	27		
10.160		153	44			129	37			106	31		
12.700		174	50			160	43			124	36		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76346



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

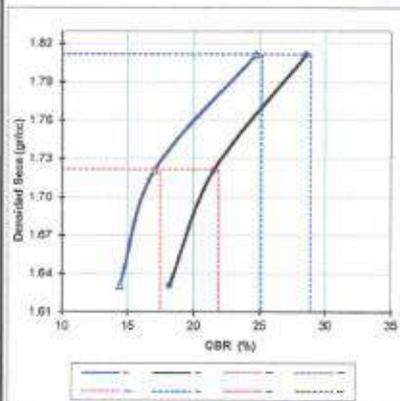
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico-económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peñas Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 2+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-3	<b>FECHA</b> : 17/03/2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 25.2	0.2": 28.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 17.5	0.2": 21.9

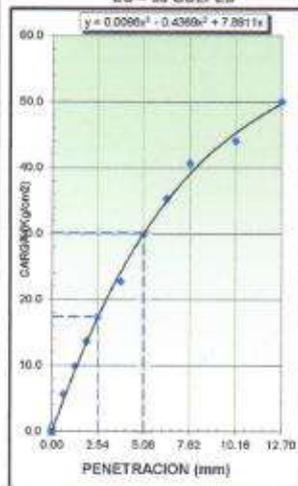
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.817	gr/cc
Óptimo Humedad	16.43	%

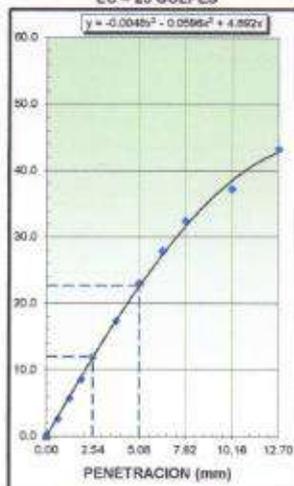
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

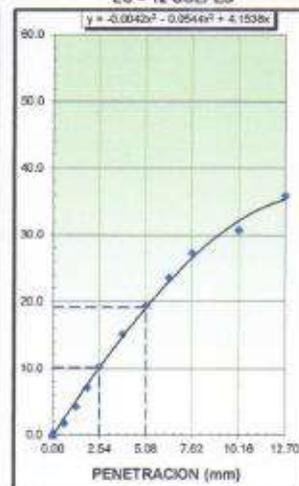
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Nuñez Nolasca*  
José A. Nuñez Nolasca  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 19344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

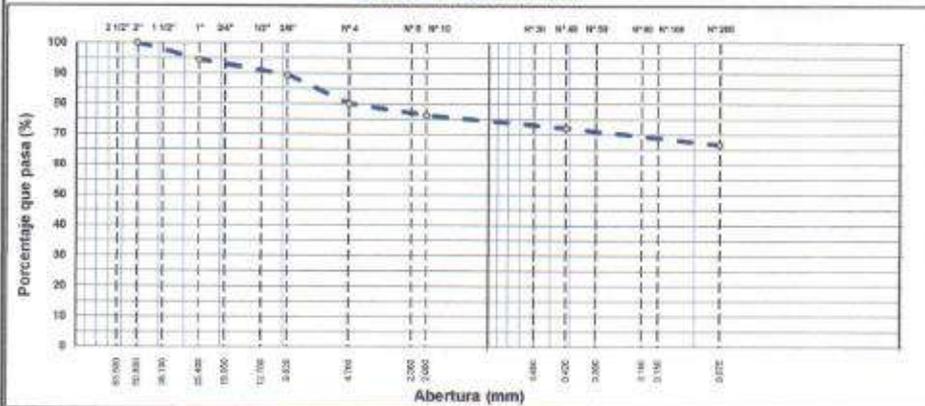
MTC E 107, E 264 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronakio Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	3.100,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1036,2	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	400,0	gr
1 1/2"	38.100	80,0	2,6	2,6	97,4	Límite líquido	=	60,6	%
1"	25.400	90,0	2,9	5,5	94,5	Límite plástico	=	32,1	%
3/4"	19.050	70,0	2,3	7,7	92,3	Índice plástico	=	18,5	%
1/2"	12.700	35,0	1,1	8,9	91,1	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(11)
3/8"	9.525	50,0	1,6	10,5	89,5	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0,0	0,0	10,5	89,5	Max. Dens. Seco	=	1.786	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	290,0	9,4	19,8	80,2	Dist. Cont. Hum	=	15,77	%
# 8	2.360	9,0	1,8	21,6	78,4	CBR 0.1" (100%)	=	16,3	%
# 10	2.000	10,0	2,0	23,6	76,4	CBR 0.1" (95%)	=	11,8	%
# 30	0.600	14,8	2,9	26,6	73,4	Ensayo Malla #200	P.S. Base	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	7,0	1,4	28,0	72,0		3100,0	1036,2	66,6
# 50	0.300	3,0	0,6	28,6	71,4	% Grava	=	19,8	%
# 80	0.180	7,0	1,4	30,0	70,0	% Arena	=	13,6	%
# 100	0.150	7,2	1,4	31,4	68,6	% Fino	=	66,6	%
# 200	0.075	10,0	2,0	33,4	66,6	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	% 200
< # 200	FONDO	332,2	66,6	100,0	0,0		214,5	172,7	24,4%
<b>FRACCIÓN</b>		400,0				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		3.100,0				Coef. Curvatura	=		1,4
<b>Descripción suelo:</b>						Pot. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Eloy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Nuñez Natera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-40

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacsabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

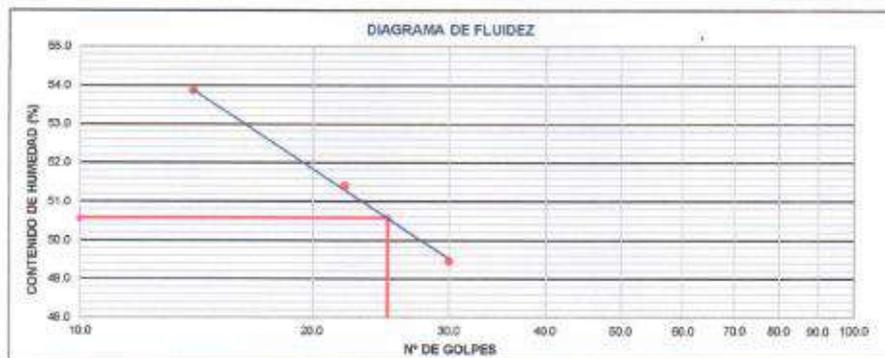
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	31	32	33
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.85	36.50	36.63
TARRO + SUELO SECO	28.60	28.06	27.40
AGUA	8.05	8.44	9.23
PESO DEL TARRO	12.32	11.64	10.26
PESO DEL SUELO SECO	16.28	16.42	17.14
% DE HUMEDAD	49.45	51.40	53.85
N° DE GOLPES	30	22	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	34	35
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.50	26.80
TARRO + SUELO SECO	22.86	23.10
AGUA	3.64	3.50
PESO DEL TARRO	11.61	12.08
PESO DEL SUELO SECO	11.25	11.02
% DE HUMEDAD	32.36	31.76



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	50.6
Límite Plástico	32.1
Índice Plástico	18.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Flórez Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Quintero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

NTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

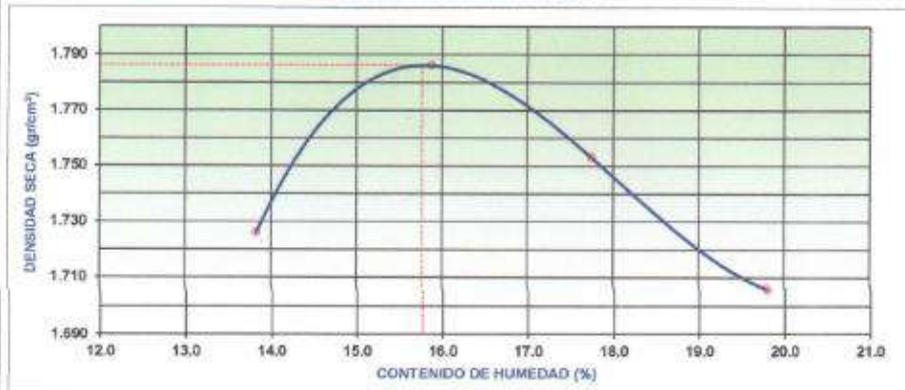
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5916	6015	6010	5990
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1851	1950	1945	1925
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.965	2.070	2.085	2.044
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.726	1.786	1.753	1.706

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	351.4	345.2	339.7	333.9
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	48.6	54.8	60.3	66.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	351.4	345.2	339.7	333.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.83	15.87	17.75	19.80

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.786      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 15.8

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
 Leila Tenorio Segura  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 70344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 17/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.786 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.8 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	4	5	6
Molde N°	4	5	6
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12811	12324	12289
Peso de molde (gr)	8230	8158	8335
Peso del suelo húmedo (gr)	4381	4165	3954
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2110	2108	2107
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.078	1.976	1.877
Humedad (%)	16.01	16.19	16.50
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.790	1.701	1.611
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0	300.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	258.6	258.2	257.5
Peso del Agua (gr)	41.4	41.8	42.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	258.6	258.2	257.5
Humedad (%)	16.01	16.19	16.50
Promed. de Humedad (%)	16.0	16.2	16.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	07:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	07:00:00	24	47.0	1.2	1.0	105.0	2.7	2.3	111.0	2.8	2.4
19/03/2021	07:00:00	48	65.0	1.7	1.4	110.0	2.8	2.4	126.0	3.2	2.7
20/03/2021	07:00:00	88	79.0	2.0	1.7	147.0	3.7	3.2	163.0	4.1	3.5
21/03/2021	07:00:00	96	86.0	2.2	1.9	154.0	4.2	3.6	176.0	4.6	3.9

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		10	3			7	3			5	2		
1.270		18	6			13	4			8	3		
1.905		29	9			20	6			15	5		
2.540	70.3	41	12	11.6	16.5	28	9	8.4	11.9	22	7	6.7	9.6
3.810		58	17			40	12			34	10		
5.080	105.5	70	20	21.2	20.1	53	16	15.8	15.0	43	13	13.1	12.4
6.350		86	25			65	19			55	16		
7.620		99	29			77	22			64	19		
10.160		122	35			94	27			76	22		
12.700		134	39			109	32			85	25		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**Jay Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Valencia*  
**Jose A. Valencia**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carreteras Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

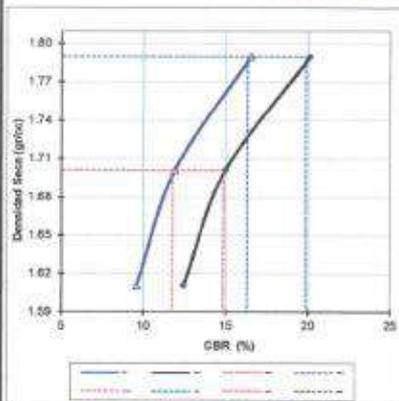
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegama Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 17/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. A) 100% De M.D.S. (%)	0.1"	16.3	0.2"	19.9
C.B.R. A) 95% De M.D.S. (%)	0.1"	11.8	0.2"	14.8

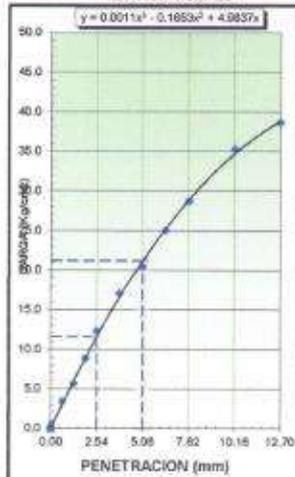
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.786	gr/cc
Óptimo Humedad	15.77	%

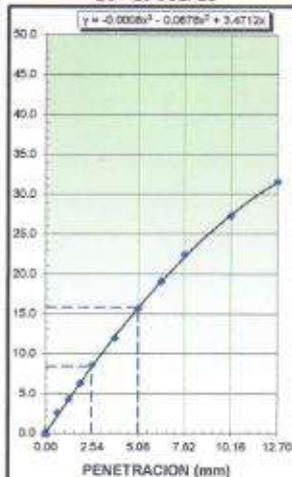
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

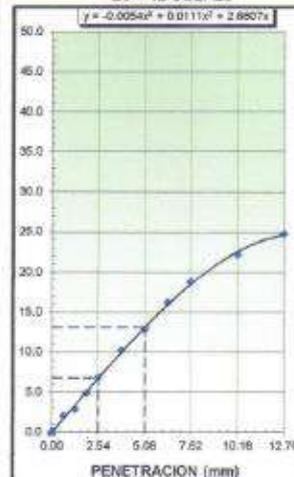
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Ely Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Américo Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 3 % de yeso

**TESISTA** : Lina Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

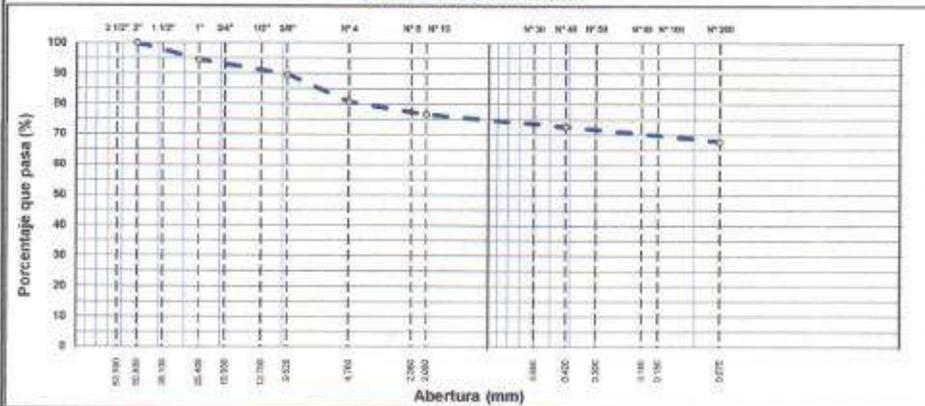
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	3.200,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	1031,0	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	402,0	gr
1 1/2"	38.100	83,0	2,6	2,6	97,4	Limite liquido	=	46,8	%
1"	25.400	92,0	2,9	5,5	94,5	Limite plastico	=	29,7	%
3/4"	19.050	89,0	2,2	7,6	92,4	Indice plastico	=	17,0	%
1/2"	12.700	94,0	1,1	8,7	91,3	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(10)
3/8"	9.525	49,0	1,5	10,2	89,8	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0,0	0,0	10,2	89,8	Mix. Dens. Seca	=	1.786	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	291,0	9,1	19,3	80,7	Det. Cont. Hum	=	14,27	%
# 8	2.360	9,5	1,9	21,2	78,8	CBR 0.1" (100%)	=	18,5	%
# 10	2.000	11,0	2,2	23,4	76,6	CBR 0.1" (95%)	=	13,7	%
# 30	0.600	13,8	2,7	26,2	73,8	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	6,5	1,3	27,5	72,5		3200,0	1031,0	67,8
# 50	0.300	3,2	0,6	28,1	71,9	% Grava	=	19,3	%
# 80	0.180	6,0	1,2	29,3	70,7	% Arena	=	12,9	%
# 100	0.150	6,5	1,3	30,6	69,4	% Fino	=	67,8	%
# 200	0.075	8,0	1,6	32,2	67,8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	337,7	67,8	100,0	0,0		214,9	172,7	24,4%
FRACCIÓN		402,0				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		3.200,0				Coef. Curvatura	=		1,3
Descripción suelo:						Pot. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Elix Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C/P N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-96

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3 % de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

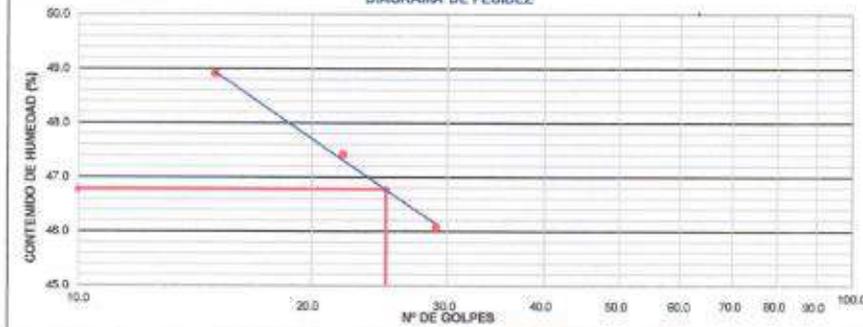
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	36	37	38
TARRO + SUELO HUMEDO	36.85	36.35	37.00
TARRO + SUELO SECO	28.46	28.46	28.22
AGUA	8.39	7.89	8.78
PESO DEL TARRO	10.25	11.82	10.27
PESO DEL SUELO SECO	18.21	16.64	17.95
% DE HUMEDAD	46.07	47.42	48.91
N° DE GOLPES	29	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	39	40
TARRO + SUELO HUMEDO	26.55	26.58
TARRO + SUELO SECO	22.86	23.30
AGUA	3.69	3.28
PESO DEL TARRO	10.46	12.33
PESO DEL SUELO SECO	12.40	10.97
% DE HUMEDAD	29.76	29.72

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	46.8
Límite Plástico	29.7
Índice Plástico	17.0

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elos Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

NTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 3 % de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5820	5900	5961	5955
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1755	1835	1896	1890
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.948	2.013	2.006
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.691	1.738	1.766	1.725

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	363.0	356.8	350.9	344.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	37.0	43.2	49.1	56.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	363.0	356.8	350.9	344.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.19	12.11	13.99	16.28
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.766</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>14.3</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Eddy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Luero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3 % de yeso  
**TESISTA** : Lela Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegana Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 17/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.766 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.3 %

CAPACIDAD : 5000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	7	8	9
Molde N°	7	8	9
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12579	12126	11987
Peso de molde (gr)	8267	8046	8103
Peso del suelo húmedo (gr)	4292	4080	3884
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2119	2115
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.028	1.928	1.827
Humedad (%)	14.59	14.52	14.70
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.682	1.693
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0	310.0	305.0
Tarro + Suelo seco (gr)	281.8	270.7	265.9
Peso del Agua (gr)	38.2	39.3	39.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	261.8	270.7	265.9
Humedad (%)	14.59	14.52	14.70
Promed. de Humedad (%)	14.8	14.5	14.7

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	08:00:00	24	70.0	1.8	1.5	83.0	2.1	1.8	97.0	2.5	2.1
19/03/2021	08:00:00	48	85.0	2.2	1.8	100.0	2.5	2.2	114.0	2.9	2.5
20/03/2021	08:00:00	88	121.0	3.1	2.6	135.0	3.4	2.9	150.0	3.8	3.3
21/03/2021	08:00:00	96	135.0	3.4	2.9	150.0	3.8	3.3	163.0	4.1	3.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	3			5	2			4	2		
1.270		21	7			15	5			12	4		
1.905		32	10			24	7			19	6		
2.540	70.3	44	13	13.2	18.7	32	10	9.7	13.8	26	8	8.0	11.4
3.810		63	19			47	14			38	11		
5.080	106.5	85	25	24.0	22.8	60	18	17.6	16.7	48	14	14.4	13.6
6.350		101	29			72	21			59	17		
7.620		113	33			83	24			68	20		
10.180		130	38			98	28			77	22		
12.700		148	43			116	34			91	26		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Florés Pérez*  
 Eloy Florés Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valero*  
 José A. Guerrero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Paña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 3 % de yeso

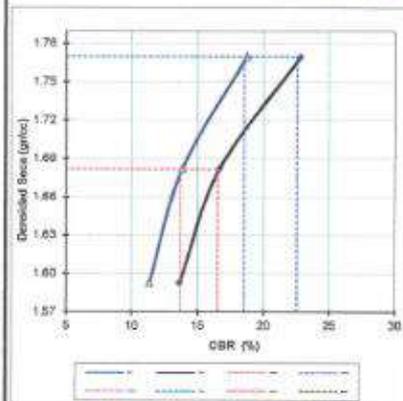
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 17/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 18.5	0.2": 22.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 13.7	0.2": 16.5

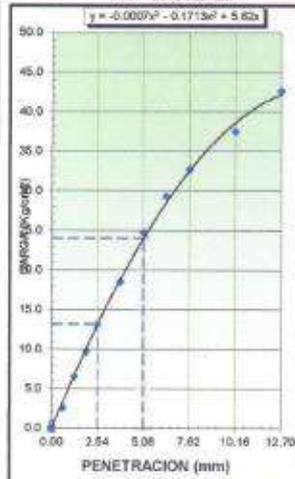
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.766	gr/cc
Óptimo Humedad	14.27	%

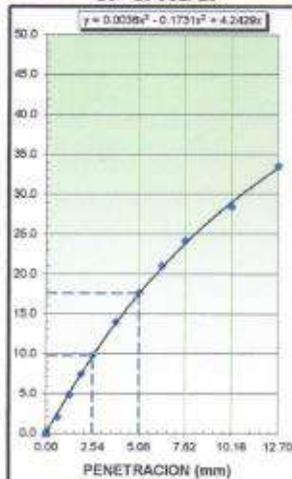
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

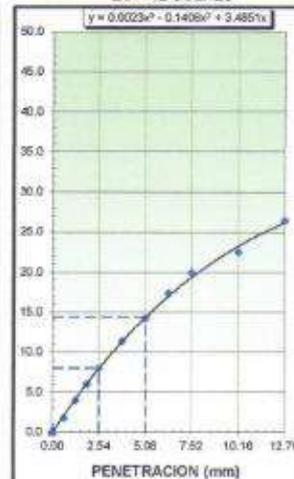
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 107, E 264 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

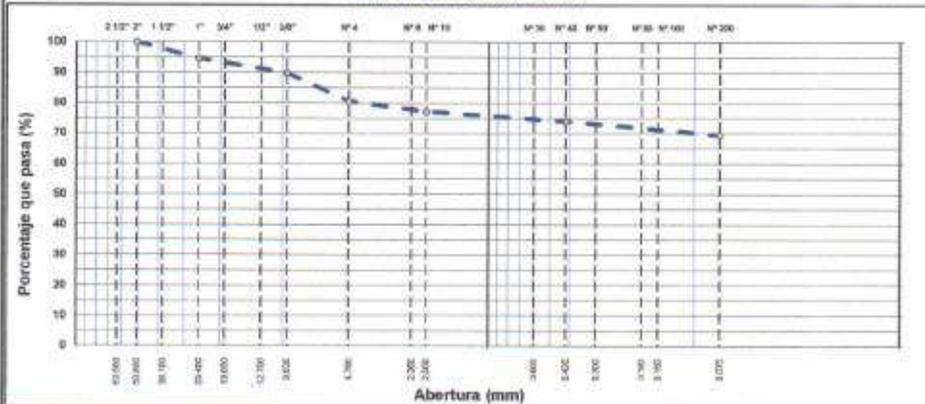
**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	3.215,0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	982,1	gr
2"	50.800				100,0	Peso fino	=	450,0	gr
1 1/2"	38.100	80,0	2,5	2,5	97,5	Límite líquido	=	39,7	%
1"	25.400	95,0	3,0	5,4	94,6	Límite plástico	=	23,3	%
3/4"	19.050	70,0	2,2	7,6	92,4	Índice plástico	=	16,3	%
1/2"	12.700	35,0	1,1	8,7	91,3	Clasif. AASHTO	=	A-6	(9)
3/8"	9.525	47,0	1,5	10,2	89,8	Clasif. SUCCS	=	CL	
1/4"	6.350	0,0	0,0	10,2	89,8	Max. Dens. Secs	=	1,739	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	295,0	9,2	19,4	80,7	Opt. Cont. Hum.	=	12,72	%
# 8	2.360	10,0	1,8	21,1	78,9	CBR 0.1" (100%)	=	22,1	%
# 10	2.000	9,0	1,6	22,8	77,3	CBR 0.1" (95%)	=	15,2	%
# 30	0.800	12,0	2,2	24,9	75,1	Ensayo Malle #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	6,0	1,1	26,0	74,0		3215,0	982,1	69,5
# 50	0.300	3,0	0,5	26,5	73,5	% Grava	=	19,4	%
# 80	0.180	5,0	0,9	27,4	72,6	% Arena	=	11,2	%
# 100	0.150	7,0	1,3	28,7	71,3	% Fino	=	69,5	%
# 200	0.075	10,5	1,9	30,6	69,5	% Humedad	P.S.H	P.S.S	%
< # 200	FONDO	387,5	69,4	100,0	0,0		214,5	172,7	24,4%
FRACCIÓN		450,0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		3.215,0				Coef. Curvatura	=	-	0,9
						Fol. de Expansión	=	-	Consecto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Ella Flórez Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Ancochea Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C. R. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 116 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 99 Y T 90

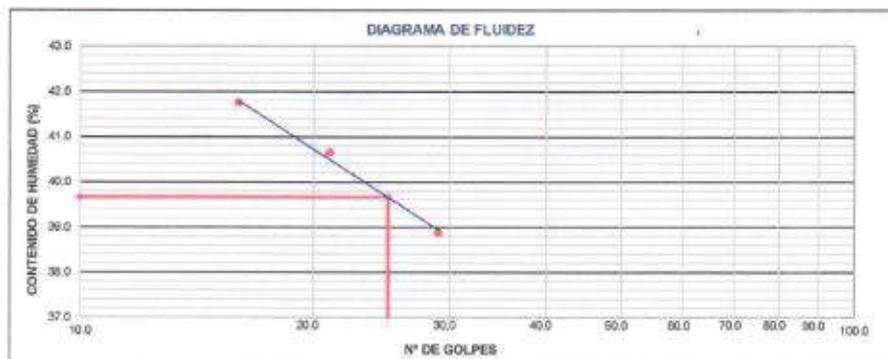
<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 3+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-4	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lolita Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	41	42	43
TARRO + SUELO HUMEDO	37.00	37.00	38.35
TARRO + SUELO SECO	29.98	29.76	30.02
AGUA	7.02	7.24	8.33
PESO DEL TARRO	11.92	11.95	10.07
PESO DEL SUELO SECO	18.06	17.81	19.95
% DE HUMEDAD	38.87	40.65	41.75
N° DE GOLPES	29	21	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	44	45
TARRO + SUELO HUMEDO	26.65	26.68
TARRO + SUELO SECO	23.85	23.83
AGUA	2.80	2.83
PESO DEL TARRO	11.84	11.72
PESO DEL SUELO SECO	12.01	12.11
% DE HUMEDAD	23.31	23.37



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	39.7
Límite Plástico	23.3
Índice Plástico	16.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eva Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 19344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

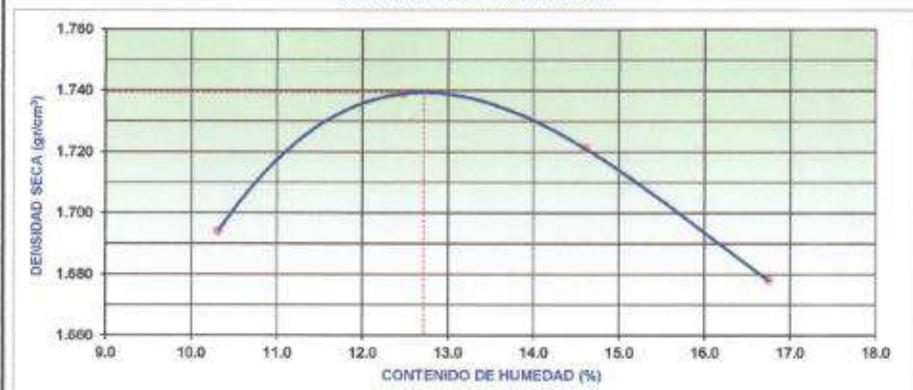
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5825	5908	5923	5910
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1760	1843	1858	1845
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.868	1.958	1.972	1.959
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.684	1.739	1.721	1.678

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	362.6	355.6	349.0	342.6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	37.4	44.4	51.0	57.4
PESO DE SUELO SECO (gr)	362.6	355.6	349.0	342.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.31	12.49	14.61	16.75
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.739	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.7	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Yucera Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.V.F. N° 17344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 3+000

**CALICATA** : C-4

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 17/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.739 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.7 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	10	11	12			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12308		11950		11809	
Peso de molde (gr)	8030		8035		8012	
Peso del suelo húmedo (gr)	4278		3921		3797	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2176		2095		2150	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.966		1.871		1.798	
Humedad (%)	12.99		13.21		12.78	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.740		1.653		1.566	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0		300.0		300.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	265.5		265.0		266.0	
Peso del Agua (gr)	34.5		35.0		34.0	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	265.5		265.0		266.0	
Humedad (%)	12.99		13.21		12.78	
Promed. de Humedad (%)	13.0		13.2		12.8	

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/03/2021	09:00:00	24	55.0	1.4	1.2	70.0	1.8	1.5	84.0	2.1	1.8
19/03/2021	09:00:00	48	71.0	1.8	1.5	86.0	2.2	1.8	100.0	2.5	2.2
20/03/2021	09:00:00	88	107.0	2.7	2.3	120.0	3.0	2.6	135.0	3.4	2.9
21/03/2021	09:00:00	96	121.0	3.1	2.6	135.0	3.4	2.9	149.0	3.8	3.2

### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 10				MOLDE N° 11				MOLDE N° 12			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		14	5			9	3			4	2		
1.270		29	9			17	5			11	4		
1.905		40	12			25	8			18	6		
2.540	70.3	52	15	15.6	22.2	35	11	10.7	15.2	27	8	8.5	12.1
3.810		72	21			54	16			44	13		
5.080	105.5	95	28	28.0	26.5	69	20	20.4	19.4	57	17	16.7	15.8
6.350		117	34			86	25			72	21		
7.620		134	39			100	29			85	25		
10.160		147	42			121	35			96	28		
12.700		168	48			138	40			116	33		

INGEONORT S.A.C.

*Elly Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Gutierrez Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

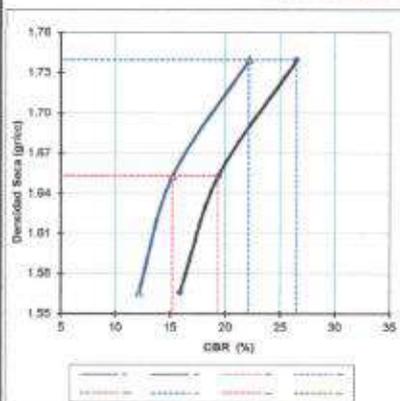
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 3+000  
**CALICATA** : C-4  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 17/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 22.1	0.2": 26.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 15.2	0.2": 19.3

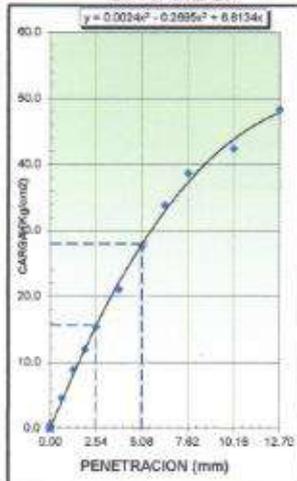
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.739	gr/cc
Optimo Humedad	12.72	%

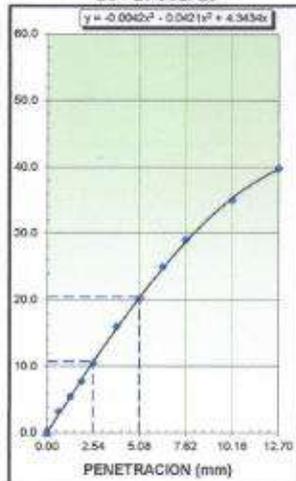
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

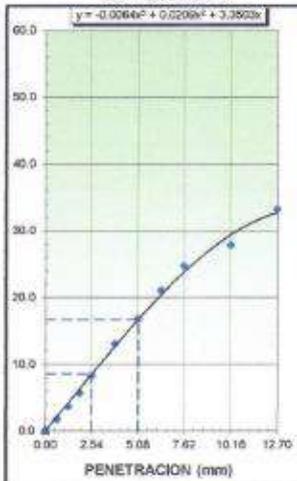
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Malera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 167, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

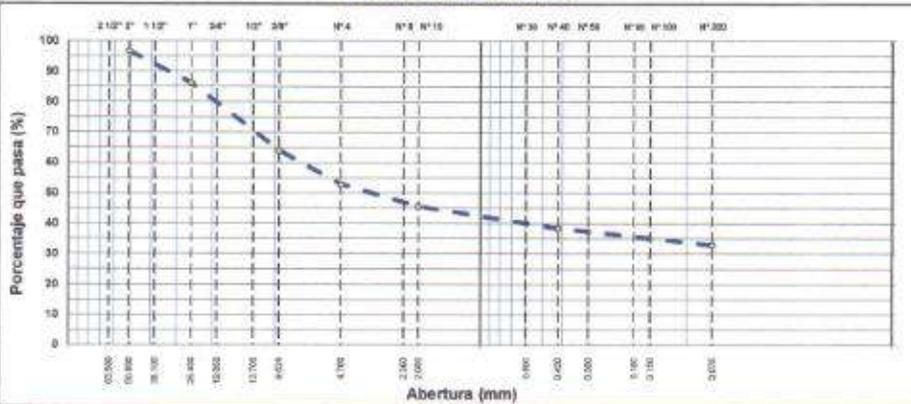
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.500,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4359,2	gr
2"	50.800	211,0	3,3	3,3	96,8	Peso fino	=	513,9	gr
1 1/2"	38.100	108,0	1,7	4,9	98,1	Límite líquido	=	45,8	%
1"	25.400	577,0	8,9	13,8	86,2	Límite plástico	=	27,3	%
3/4"	19.050	581,0	8,9	22,7	77,3	Índice plasticidad	=	18,5	%
1/2"	12.700	578,0	8,9	31,6	68,4	Clasif. AASHTO	=	A-2-7	(2)
3/8"	9.525	281,0	4,3	35,9	64,1	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	35,9	64,1	Max. Dens. Seca	=	1.789	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	726,0	11,2	47,1	52,9	Opt. Cont. Hum.	=	17,84	%
# 8	2.360	37,9	3,9	51,0	49,0	CBR 0.1" (100%)	=	24,8	%
# 10	2.000	32,1	3,3	54,3	45,7	CBR 0.1" (95%)	=	20,6	%
# 30	0.600	53,9	5,5	59,9	40,1	Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	16,2	1,7	61,5	38,5		6500,0	4359,2	32,9
# 50	0.300	14,0	1,4	63,0	37,0	% Grava	=	47,1	%
# 80	0.180	14,8	1,6	64,5	35,5	% Arena	=	20,0	%
# 100	0.150	12,0	1,2	65,7	34,3	% Fino	=	32,9	%
# 200	0.075	13,0	1,3	67,1	32,9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S	%
< # 200	FONDO	320,0	32,9	100,0	0,0		245,7	201,8	22,2%
FRACCIÓN		513,9				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL		6.500,0				Coef. Curvatura	=		1,3
Descripción suelo:						Por. de Expansión	=	Medio	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José K. Huacra Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Letta Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

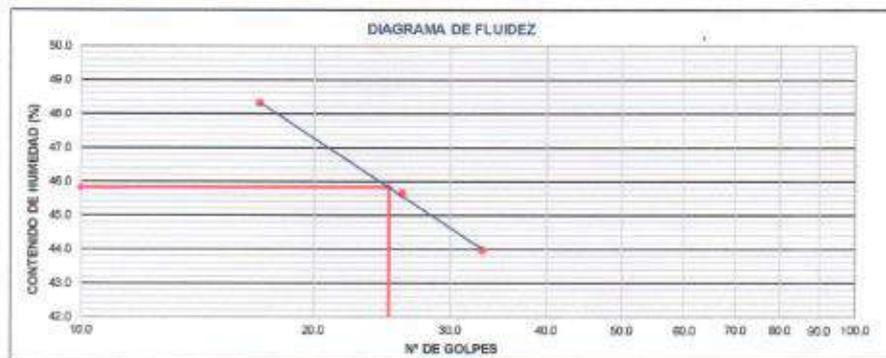
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	35.61	35.78	35.89
TARRO + SUELO SECO	27.89	27.76	27.55
AGUA	7.72	8.02	8.34
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.56	17.57	17.26
% DE HUMEDAD	43.96	45.65	48.32
N° DE GOLPES	33	26	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	26.34	26.99
TARRO + SUELO SECO	22.85	23.41
AGUA	3.49	3.58
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	12.70	13.16
% DE HUMEDAD	27.48	27.20



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	45.8
Limite Plástico	27.3
Índice Plástico	18.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Guerrero Valera*  
Jose A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 4+000

CALICATA : C-5

MUESTRA : Suelo natural + 1.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10831	11162	11122	11020
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4124	4455	4415	4313
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.951	2.107	2.088	2.040
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.789	1.741	1.681

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	346.5	339.5	333.5	329.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	53.5	60.5	66.5	70.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	346.5	339.5	333.5	329.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.44	17.82	19.94	21.40
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.789	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.8

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

José Florys Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Zucery Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. N° 76348



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 18/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.789 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.8 %  
 CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	21	20	19
Nº Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12432	12243	12100
Peso de molde (gr)	7994	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4438	4210	3985
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.100	2.000	1.887
Humedad (%)	17.73	18.00	17.53
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.695	1.606
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	297.3	296.8	297.8
Peso del Agua (gr)	52.7	53.4	52.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	297.3	296.8	297.8
Humedad (%)	17.73	18.00	17.53
Promed. de Humedad (%)	17.7	18.0	17.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	14:00:00	24	85.0	2.2	1.8	101.0	2.6	2.2	115.0	2.9	2.5
20/03/2021	14:00:00	48	98.0	2.5	2.1	113.0	2.9	2.6	126.0	3.2	2.7
21/03/2021	14:00:00	86	140.0	3.6	3.0	154.0	3.9	3.3	167.0	4.2	3.6
22/03/2021	14:00:00	96	151.0	3.8	3.3	167.0	4.2	3.6	181.0	4.8	3.9

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21				MOLDE N° 20				MOLDE N° 19			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		20	6			14	5			7	3		
1.270		36	11			25	8			20	6		
1.905		46	14			37	11			30	9		
2.540	70.3	68	17	17.3	24.6	50	15	14.3	20.4	41	12	11.9	16.9
3.810		78	23			67	20			67	17		
5.080	105.5	101	29	29.8	28.3	88	26	25.2	23.9	72	21	21.4	20.3
6.350		120	35			100	29			87	25		
7.620		139	40			115	33			100	29		
10.160		162	47			142	41			113	33		
12.700		186	54			161	46			125	36		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 19544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

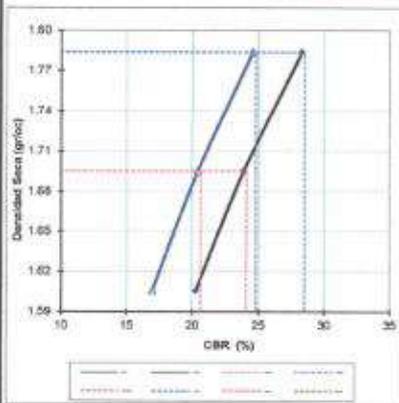
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 4+000 <b>CALICATA</b> : C-5 <b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 1.5% de yeso <b>TESISTA</b> : Leilá Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 18/03/2021
---	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 24.8	0.2": 28.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 20.6	0.2": 24.1

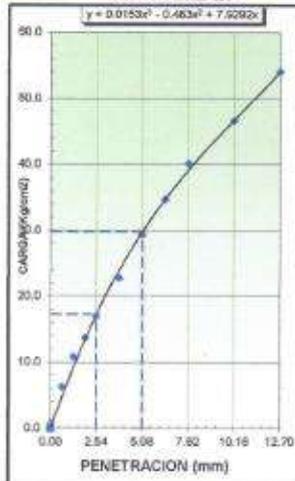
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.789	g/cm³
Optimo Humedad	17.84	%

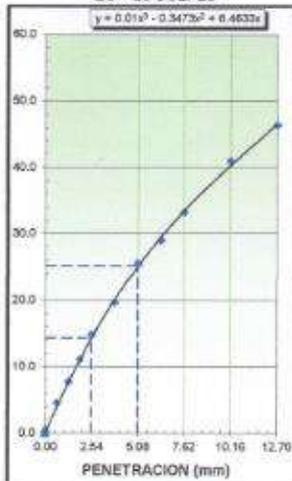
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

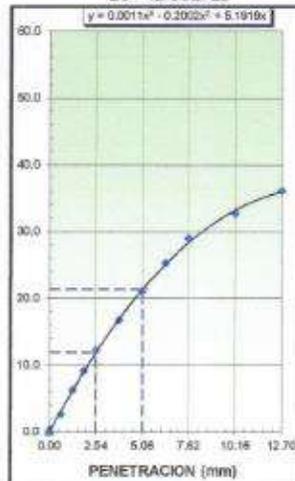
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Guerrero Valera*  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78544



**INGEONORT S.A.C.**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-48

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

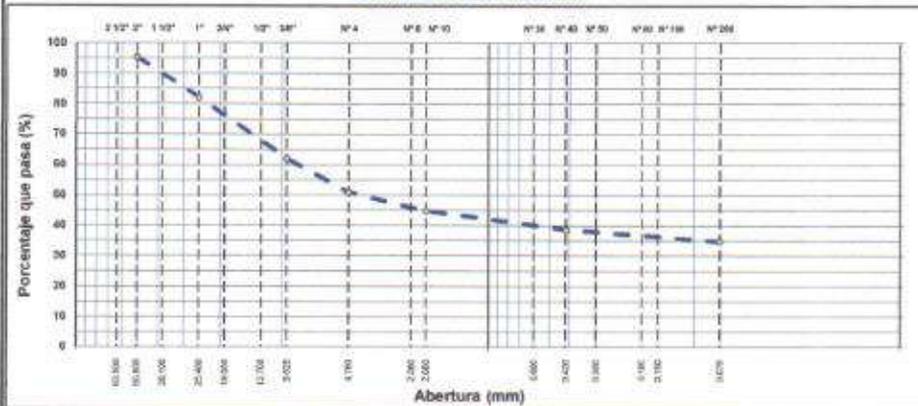
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	7.050,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4601,9	gr
2"	50.800	327,0	4,6	4,6	95,4	Peso fino	=	540,7	gr
1 1/2"	38.100	321,0	4,6	9,2	90,8	Limite liquido	=	43,4	%
1"	25.400	613,0	8,7	17,9	82,1	Limite plastico	=	27,0	%
3/4"	19.050	483,0	6,9	24,7	75,3	Indice plastico	=	16,4	%
1/2"	12.700	587,0	8,3	33,1	66,9	Clasif. AASHTO	=	A-2-7	(1)
3/8"	9.525	341,0	4,8	37,9	62,1	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	37,9	62,1	Max. Dens. Seca	=	1.779	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	785,0	11,1	49,0	51,0	Opt. Cnt. Hum	=	17,92	%
# 8	2.360	30,0	2,8	51,9	48,1	CBR 0.1" (100%)	=	24,8	%
# 10	2.000	35,1	3,3	55,2	44,8	CBR 0.1" (95%)	=	22,1	%
# 30	0.600	42,9	4,0	59,2	40,8	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	22,1	2,1	61,3	38,7		7050,0	4601,9	34,7
# 50	0.300	12,3	1,2	62,5	37,5	% Grava	=	49,0	%
# 60	0.180	14,7	1,4	63,9	36,2	% Arena	=	16,3	%
# 100	0.150	7,4	0,7	64,6	35,5	% Fino	=	34,7	%
# 200	0.075	7,8	0,7	65,3	34,7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	368,4	34,7	100,0	0,0		246,7	201,9	22,2%
<b>FRACCIÓN</b>		540,7				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		7.050,0				Coef. Curvatura	=		1,3
<b>Descripción suelo:</b>						Pot. de Expansión	=		Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronald Zegarra Flores*  
 Jair Ronald Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Velera*  
 José A. Guerrero Velera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MEZCLA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leda Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	38.45	38.15	38.24
TARRO + SUELO SECO	30.07	29.60	29.40
AGUA	8.38	8.55	8.84
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	19.99	19.46	19.24
% DE HUMEDAD	41.92	43.94	45.95
N° DE GOLPES	31	24	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HUMEDO	25.88	25.65
TARRO + SUELO SECO	22.55	22.35
AGUA	3.33	3.30
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.36	12.19
% DE HUMEDAD	26.94	27.07



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	43.4
Límite Plástico	27.0
Índice Plástico	16.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quispe Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 26144



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 3% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10832	11002	11143	11105
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4125	4295	4436	4398
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.951	2.032	2.098	2.080
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.713	1.753	1.779	1.734

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	351.2	345.2	339.1	333.4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	48.8	54.8	60.9	66.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	351.2	345.2	339.1	333.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.90	15.87	17.96	19.98
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.779</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>17.9</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Erick Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 4+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-5	<b>FECHA</b> : 18/03/2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.779	g/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD	5000	Kg.
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	17.9	%	ANILLO	1	

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	24		23		22	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	24		23		22	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		26		12	
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12582		12372		12126	
Peso de molde (gr)	8186		8207		8162	
Peso del suelo húmedo (gr)	4396		4165		3964	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106		2104		2111	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.087		1.979		1.878	
Humedad (%)	17.85		17.45		17.61	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.774		1.685		1.697	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0		350.0		350.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	297.5		298.0		297.6	
Peso del Agua (gr)	52.5		52.0		52.4	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	297.5		298.0		297.6	
Humedad (%)	17.65		17.45		17.61	
Promed. de Humedad (%)	17.7		17.5		17.6	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	15:00:00	24	73.0	1.9	1.8	90.0	2.3	2.0	100.0	2.5	2.2
20/03/2021	15:00:00	48	85.0	2.2	1.8	101.0	2.6	2.2	112.0	2.8	2.4
21/03/2021	15:00:00	88	126.0	3.2	2.7	142.0	3.6	3.1	152.0	3.9	3.3
22/03/2021	15:00:00	96	137.0	3.5	3.0	150.0	3.8	3.3	160.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24				MOLDE N° 23				MOLDE N° 22			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	5			13	4			11	4		
1.270		36	11			25	8			30	9		
1.905		47	14			39	12			40	12		
2.540	70.3	58	17	17.2	24.4	54	16	15.5	22.0	51	15	14.7	21.0
3.810		77	22			74	22			67	20		
5.080	105.5	101	29	29.8	28.3	92	27	25.7	25.3	82	24	24.7	23.5
6.350		120	35			106	31			97	28		
7.620		139	40			122	35			111	32		
10.160		155	45			137	40			123	36		
12.700		173	50			153	44			138	39		

INGEONORT S.A.C.

*Flóres Pérez*  
 Flóres Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Natera*  
 José A. Guerrero Natera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

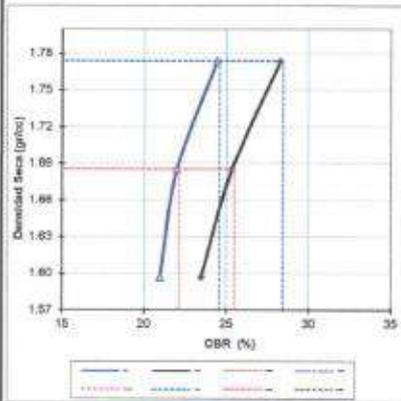
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Paña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 4+000 <b>CALICATA</b> : C-5 <b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 18/03/2021
---	--

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 24.6	0.2": 28.4
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 22.1	0.2": 25.5

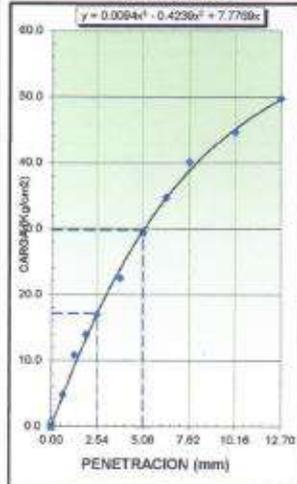
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.779	gr/cc
Óptimo Humedad	17.92	%

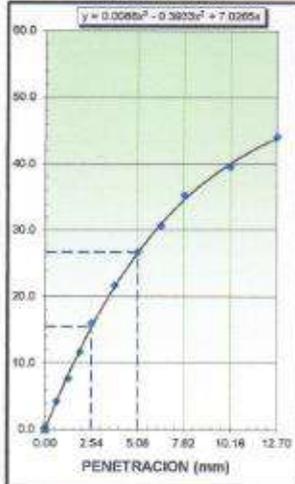
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

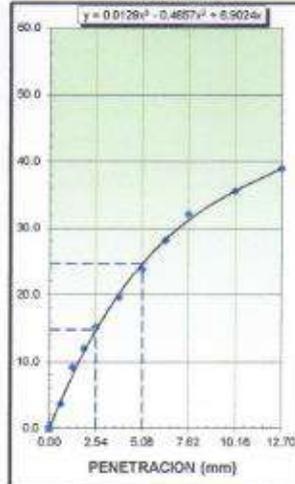
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

JOSÉ FLORÉS PÉREZ  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

JOSÉ A. LUCERO VALERA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTG E 107, S 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

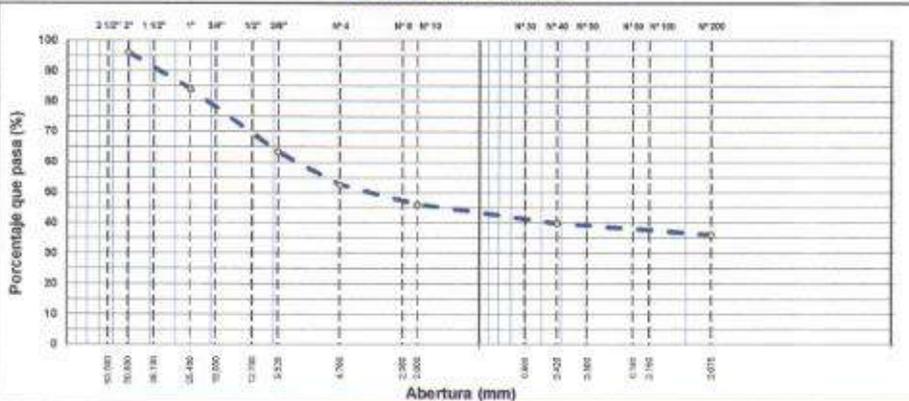
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75 200					Peso total	=	6 980.0	gr
2 1/2"	63 500				100.0	Peso lavado	=	4454.6	gr
2"	50 800	271.0	3.9	3.9	96.1	Peso fino	=	575.3	gr
1 1/2"	38 100	223.0	3.2	7.1	92.9	Limite liquido	=	41.8	%
1"	25 400	615.0	8.8	15.9	84.1	Limite plastico	=	22.6	%
3/4"	19 050	511.0	7.3	23.2	76.8	Indice plastico	=	19.2	%
1/2"	12 700	605.0	8.7	31.9	68.1	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	2
3/8"	9 525	330.0	4.7	36.6	63.4	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6 350	0.0	0.0	36.6	63.4	Max. Dens. Secc	=	1 753	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4 760	759.0	10.9	47.5	52.5	Ogt. Cont. Hum.	=	16.82	%
# 8	2 360	31.2	2.8	50.3	49.7	CBR 0.1" (100%)	=	20.4	%
# 10	2 000	38.4	3.5	53.8	46.2	CBR 0.1" (25%)	=	25.8	%
# 30	0 600	43.1	3.9	57.8	42.2	Ensayo Mata #200	P.S. Deco.	P.S. Lavado	M 200
# 40	0 420	25.0	2.3	60.1	40.0		6980.0	4454.6	36.2
# 50	0 300	5.9	0.5	60.6	39.4	% Grava	=	47.5	%
# 80	0 180	16.2	1.5	62.1	37.9	% Arena	=	16.4	%
# 100	0 150	11.6	1.1	63.1	36.9	% Fino	=	36.2	%
# 200	0 075	7.6	0.7	63.8	36.2	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	398.3	36.2	100.0	0.0		246.7	201.8	22.2%
FRACCIÓN		575.3				Coef. Uniformidad	=	-	Indice de Consistencia
TOTAL		6 980.0				Coef. Curvatura	=	-	1.0
Descripción suelo:						Ind. de Expansión	=	Medio	Estable

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Alvarez Valero*  
**J. Alvarez Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-89 Y T-96

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0-000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 4+000  
**CALICATA** : C-5  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TEBISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.45	37.48	37.67
TARRO + SUELO SECO	29.60	29.40	29.80
AGUA	7.85	8.09	7.87
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	19.46	19.15	17.79
% DE HUMEDAD	40.34	42.25	44.24
N° DE GOLPES	30	24	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.43	26.51
TARRO + SUELO SECO	23.77	23.97
AGUA	2.86	2.54
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.31	11.75
% DE HUMEDAD	23.52	21.62



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	41.8
Límite Plástico	22.6
Índice Plástico	19.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
Flora Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alvarez Valera*  
José A. Alvarez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 78344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

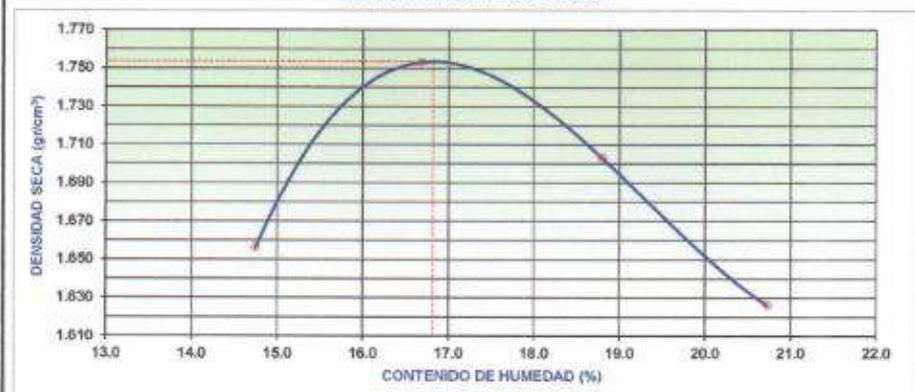
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10725	11030	10985	10856
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4018	4323	4278	4149
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.901	2.045	2.024	1.963
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.656	1.753	1.703	1.626

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	348.6	342.8	336.7	331.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	51.4	57.2	63.3	68.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	348.6	342.8	336.7	331.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.74	16.69	18.80	20.74
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.753	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.8	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.753 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.8 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	3	2	1			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12600	12143	11995			
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095			
Peso del suelo húmedo (gr)	4319	4103	3900			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.039	1.935	1.842			
Humedad (%)	16.59	16.47	17.02			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.749	1.661	1.574			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	300.2	300.5	299.1			
Peso del Agua (gr)	49.8	49.5	50.9			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	300.2	300.5	299.1			
Humedad (%)	16.59	16.47	17.02			
Promed. de Humedad (%)	16.6	16.5	17.0			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	16:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	16:00:00	24	60.0	1.5	1.3	78.0	2.0	1.7	89.0	2.3	1.9
20/03/2021	16:00:00	48	72.0	1.8	1.6	88.0	2.2	1.9	100.0	2.5	2.2
21/03/2021	16:00:00	88	113.0	2.9	2.5	130.0	3.3	2.6	140.0	3.6	3.0
22/03/2021	16:00:00	96	124.0	3.1	2.7	137.0	3.6	3.0	154.0	3.9	3.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		21	7			18	6			11	4		
1.270		40	12			33	10			26	6		
1.905		57	17			47	14			37	11		
2.540	70.3	72	21	20.6	29.3	62	18	18.0	25.6	49	15	14.3	20.3
3.810		92	27			83	24			67	20		
5.080	105.5	119	34	34.5	32.7	104	30	30.1	28.5	82	24	24.4	23.1
6.350		136	39			118	34			97	28		
7.620		154	44			134	38			110	32		
10.160		175	50			149	43			123	36		
12.700		193	55			167	48			136	39		

INGEONORT S.A.C.

*EWA Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Pulera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79144



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesionados, carretera Paña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 4+000

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

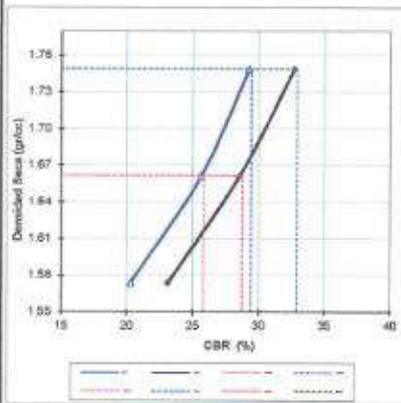
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1"	29.4	0.2"	32.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1"	25.8	0.2"	28.7

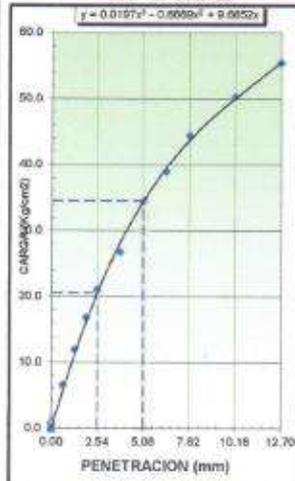
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.753	gr/cc
Óptimo Humedad	16.82	%

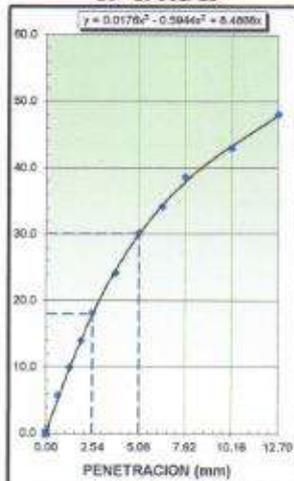
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

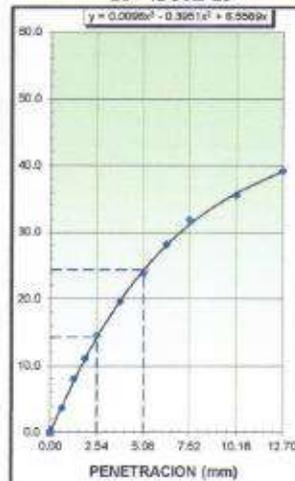
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 70442



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTS E 107, E 284 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

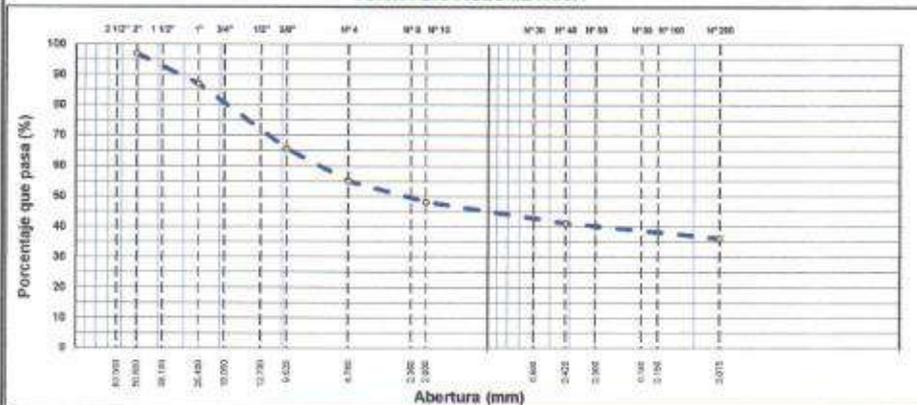
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.850.0	gr
2 1/2"	63.500				100.0	Peso lavado	=	4367.9	gr
2"	50.800	212.0	3.1	3.1	96.9	Peso fino	=	560.0	gr
1 1/2"	38.100	109.0	1.6	4.7	95.3	Límite líquido	=	42.0	%
1"	25.400	580.0	8.5	13.2	86.9	Límite plástico	=	24.3	%
3/4"	19.050	584.0	8.5	21.7	78.3	Índice plástico	=	17.7	%
1/2"	12.700	580.0	8.5	30.2	69.9	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(2)
3/8"	9.525	283.0	4.1	34.3	65.7	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0.0	0.0	34.3	65.7	Max. Dens. Seca	=	1.803	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	730.0	10.7	44.9	55.1	Opt. Contr. Hum.	=	12.88	%
# 8	2.360	38.0	3.7	48.7	51.3	CBR 0.1" (100%)	=	24.1	%
# 10	2.000	31.9	3.1	51.8	48.2	CBR 0.1" (25%)	=	19.4	%
# 30	0.600	54.3	5.3	57.2	42.8	Ensayo Malta #200	P.S. Rec. = 6850.0	P.S. Lavado = 4367.9	% 200 = 36.2
# 40	0.420	16.8	1.7	58.8	41.2	% Grava	=	44.9	%
# 50	0.300	15.0	1.5	60.3	39.7	% Arena	=	16.6	%
# 80	0.180	15.3	1.5	61.8	38.2	% Fino	=	36.2	%
# 100	0.150	10.0	1.0	62.8	37.2	% Humedad	P.S.H. = 246.7	P.S.S. = 201.8	% = 22.2%
# 200	0.075	10.2	1.0	63.8	36.2	Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
< # 200	FONDO	368.5	36.2	100.0	0.0	Coef. Curvatura	=	-	1.1
FRACCIÓN		560.0				Por. de Expansión	=	-	Retenido
TOTAL		6.850.0							

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Ella Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 5+000  
**CALICATA** : C-6  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	31	32	33
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.50	37.80	38.80
TARRO + SUELO SECO	29.43	30.00	30.10
AGUA	7.07	7.80	8.70
PESO DEL TARRO	12.32	11.64	10.26
PESO DEL SUELO SECO	17.11	18.36	19.84
% DE HUMEDAD	41.32	42.48	43.85
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	34	35
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.00	26.80
TARRO + SUELO SECO	24.00	23.91
AGUA	3.00	2.89
PESO DEL TARRO	11.61	12.08
PESO DEL SUELO SECO	12.39	11.83
% DE HUMEDAD	24.21	24.43



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	42.0
Límite Plástico	24.3
Índice Plástico	17.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76244



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10870	10840	10993	10980
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3963	4133	4286	4273
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.875	1.955	2.027	2.021
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.720	1.768	1.802	1.784

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	369.0	361.7	355.5	349.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	31.0	38.3	44.5	51.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	369.0	361.7	355.5	349.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.40	10.59	12.52	14.61

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 1.803      **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 12.9

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elixy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Tucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 5+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-8	<b>FECHA</b> : 18/03/2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 1.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.803	g/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD	5000	Kg
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.9	%	ANILLO	1	

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	19		20		21	
	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Molde N°	19		20		21	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	66		25		12	
<b>Cond. de la muestra</b>	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12399		12096		11869	
Peso de molde (gr)	8115		8033		7994	
Peso del suelo húmedo (gr)	4284		4063		3875	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2112		2105		2113	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.028		1.930		1.834	
Humedad (%)	13.01		13.19		13.51	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.795		1.705		1.616	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	310.0		320.0		300.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	274.3		282.7		264.3	
Peso del Agua (gr)	35.7		37.3		35.7	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	274.3		282.7		264.3	
Humedad (%)	13.01		13.19		13.51	
Promed. de Humedad (%)	13.0		13.2		13.5	

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	14:00:00	24	74.0	1.9	1.8	88.0	2.2	1.9	102.0	2.6	2.2
20/03/2021	14:00:00	48	85.0	2.2	1.8	99.0	2.5	2.2	113.0	2.9	2.5
21/03/2021	14:00:00	88	127.0	3.2	2.8	141.0	3.6	3.1	154.0	3.9	3.3
22/03/2021	14:00:00	98	137.0	3.5	3.0	154.0	3.9	3.3	165.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 19				MOLDE N° 20				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	6			12	4			9	3		
1.270		34	10			22	7			22	7		
1.905		44	13			33	10			32	10		
2.540	70.3	57	17	16.7	23.7	46	14	13.4	19.0	43	13	12.6	17.9
3.810		76	22			65	19			69	17		
5.080	105.5	99	29	29.2	27.7	84	24	24.0	22.7	74	22	22.1	20.9
6.350		118	34			96	28			90	26		
7.620		137	40			111	32			103	30		
10.160		160	46			138	40			116	34		
12.700		181	52			157	45			132	38		

INGEONORT S.A.C.

*Flora Pérez*  
 Flora Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.T.P. N° 70344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

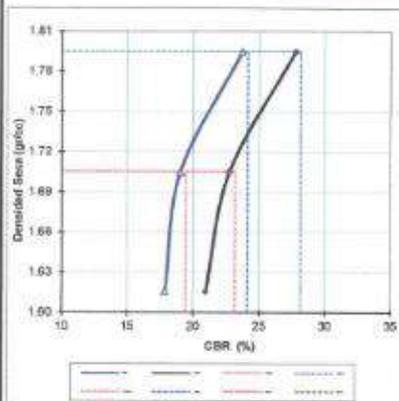
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 5+000	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>CALICATA</b> : C-6	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 1.5% de yeso	<b>FECHA</b> : 18/03/2021
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 24.1	0.2": 28.2
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 19.4	0.2": 23.2

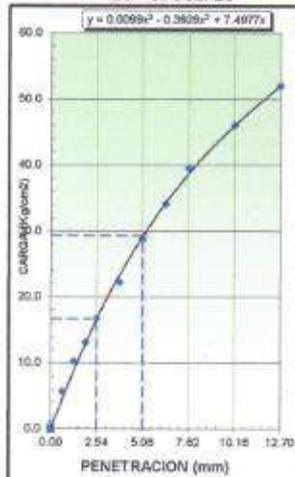
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.803	gr/cc
Óptimo Humedad	12.88	%

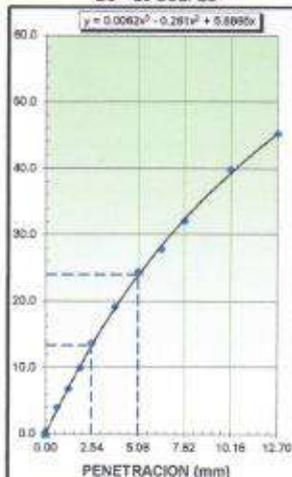
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

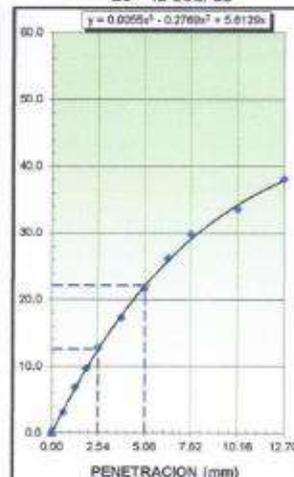
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Elva Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Valera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-49

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

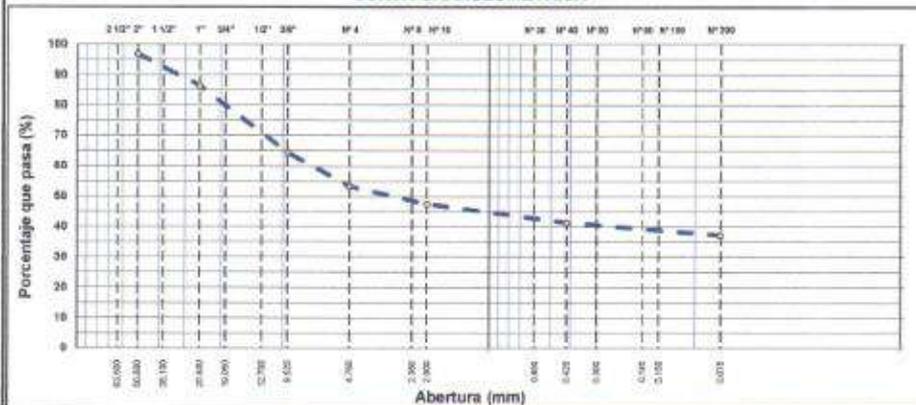
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Pare.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.650,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	4173,6	gr
2"	50.800	213,0	3,2	3,2	96,8	Peso fino	=	600,0	gr
1 1/2"	38.100	110,0	1,7	4,9	95,2	Límite líquido	=	40,4	%
1"	25.400	590,0	8,9	13,7	86,3	Límite plástico	=	25,6	%
3/4"	19.050	585,0	8,8	22,5	77,5	Índice plástico	=	14,8	%
1/2"	12.700	590,0	8,9	31,4	68,6	Clasif. AASHTO	=	A-6	(2)
3/8"	9.525	280,0	4,2	35,6	64,4	Clasif. SUCCS	=	GM	
1/4"	6.350	0,0	0,0	35,6	64,4	Máx. Dens. Seca	=	1.779	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	740,0	11,1	46,7	53,3	Opt. Cont. Hum.	=	11,35	%
# 8	2.380	35,0	3,1	49,8	50,2	CBR 0.1" (100%)	=	29,2	%
# 10	2.000	30,0	2,7	52,5	47,5	CBR 0.1" (95%)	=	21,8	%
# 30	0.600	53,0	4,7	57,2	42,8	Ensayo Malta #200	P.S. Deca	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	16,0	1,4	58,6	41,4		6650,0	4173,6	37,2
# 50	0.300	14,6	1,3	59,9	40,1	% Grava	=	46,7	%
# 80	0.180	14,9	1,3	61,3	38,8	% Arena	=	16,0	%
# 100	0.150	8,0	0,7	62,0	38,0	% Fino	=	37,2	%
# 200	0.075	9,0	0,8	62,8	37,2	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	419,5	37,2	100,0	0,0		246,7	201,8	22,2%
<b>FRACCIÓN</b>		<b>800,0</b>				<b>Coef. Uniformidad</b>	=		<b>Índice de Consistencia</b>
<b>TOTAL</b>		<b>6.650,0</b>				<b>Coef. Curvatura</b>	=		<b>1,2</b>
<b>Descripción suelo:</b>						<b>Pot. de Expansión</b>	=		<b>Estable</b>

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
 Eddy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Uzcero Valera*  
 José A. Uzcero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTG E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 5+000  
**CALICATA** : C-5  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3,0% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	31	32	33
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.50	37.46	38.62
TARRO + SUELO SECO	29.68	29.93	30.21
AGUA	6.82	7.53	8.61
PESO DEL TARRO	12.32	11.64	10.26
PESO DEL SUELO SECO	17.36	18.29	19.95
% DE HUMEDAD	39.29	41.17	43.16
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	34	35
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.18	26.86
TARRO + SUELO SECO	24.00	23.86
AGUA	3.18	3.00
PESO DEL TARRO	11.61	12.08
PESO DEL SUELO SECO	12.39	11.78
% DE HUMEDAD	25.67	25.47



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	40.4
Límite Plástico	25.6
Índice Plástico	14.8

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José R. Lucero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 49344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

NTC 6 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10700	10889	10910	10890
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3993	4182	4203	4183
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.889	1.978	1.988	1.979
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.779	1.758	1.716

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	366.0	359.7	353.6	346.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	34.0	40.3	46.4	53.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	366.0	359.7	353.6	346.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.29	11.20	13.12	15.34

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** 1.779    **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 11.4

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
Leila Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José R. Lucero Valera*  
José R. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 76346



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leiza Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.779 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.4 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	22	23	24			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	26	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12345		12164		11920	
Peso de molde (gr)	8162		8207		8186	
Peso del suelo húmedo (gr)	4183		3957		3734	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2111		2104		2106	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.982		1.881		1.773	
Humedad (%)	11.89		11.52		10.99	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.775		1.687		1.597	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0		305.0		300.0	
Tarro + Suelo seco (gr)	268.6		273.5		270.3	
Peso del Agua (gr)	31.4		31.5		29.7	
Peso del tarro (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso del suelo seco (gr)	268.6		273.5		270.3	
Humedad (%)	11.89		11.52		10.99	
Promed. de Humedad (%)	11.7		11.5		11.0	

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	15:00:00	24	61.0	1.5	1.3	74.0	1.9	1.6	90.0	2.3	2.0
20/03/2021	15:00:00	48	72.0	1.8	1.6	87.0	2.2	1.9	101.0	2.6	2.2
21/03/2021	15:00:00	66	115.0	2.9	2.5	127.0	3.2	2.8	141.0	3.8	3.1
22/03/2021	15:00:00	96	123.0	3.1	2.7	141.0	3.6	3.1	152.0	3.9	3.3

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 22				MOLDE N° 23				MOLDE N° 24			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		19	6			14	5			11	4		
1.270		38	11			26	8			25	8		
1.906		50	15			42	13			35	11		
2.540	70.3	62	18	18.3	26.0	52	15	15.2	21.7	47	14	13.5	19.2
3.810		82	24			72	21			62	18		
5.080	105.5	105	30	31.0	29.4	90	26	26.3	24.9	77	22	23.1	21.9
6.350		124	36			104	30			92	27		
7.620		143	41			119	34			106	30		
10.180		166	48			144	42			118	34		
12.700		195	56			163	47			133	38		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76348



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

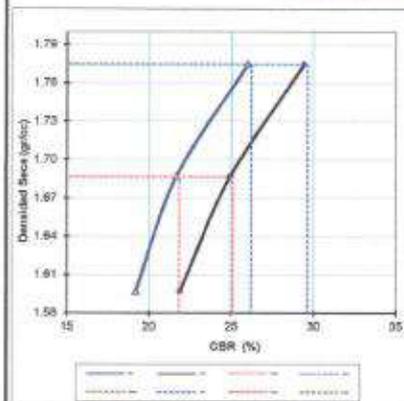
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.2	0.2": 29.6
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 21.6	0.2": 25.1

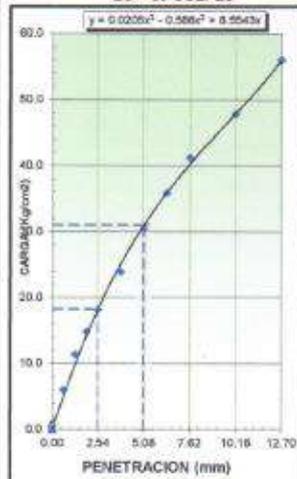
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.779	gr/cc
Óptimo Humedad	11.35	%

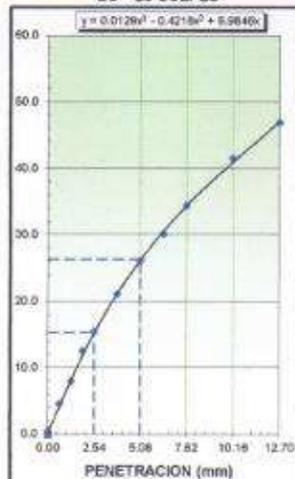
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

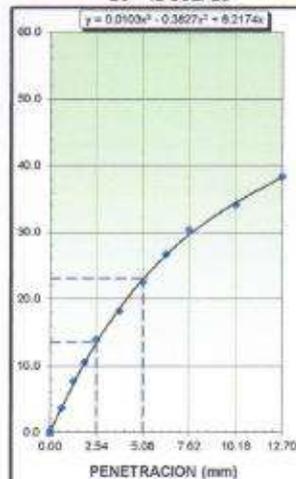
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Lelia Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jairo Anicero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 14344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Begure, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

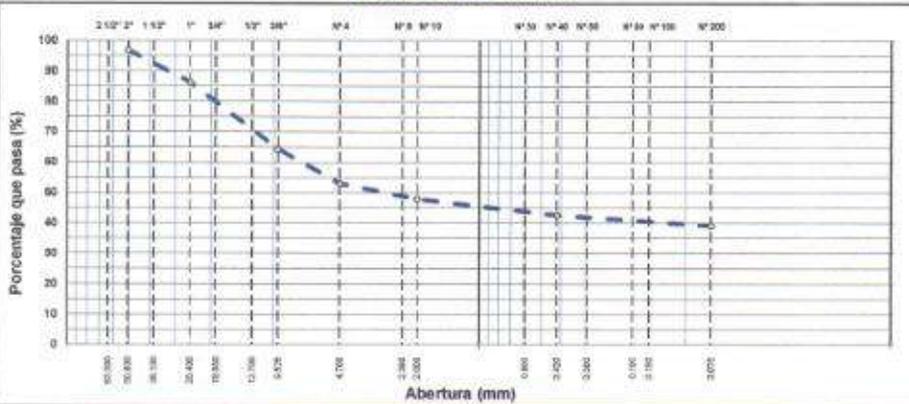
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
3"	76 200					Peso total	=	6.700,0	gr		
2 1/2"	63 500				100,0	Peso lavado	=	4073,5	gr		
2"	50 800	210,0	3,1	3,1	96,9	Peso fino	=	675,0	gr		
1 1/2"	38 100	115,0	1,7	4,9	95,2	Límite líquido	=	37,0	%		
1"	25 400	600,0	9,0	13,8	86,2	Límite plástico	=	23,6	%		
3/4"	19 050	590,0	8,7	22,5	77,5	Índice plástico	=	13,3	%		
1/2"	12 700	595,0	8,9	31,4	68,7	Clasif. AASHTO	=	A-6	2		
3/8"	9 525	290,0	4,3	35,7	64,3	Clasif. SUCCS	=	GC			
1/4"	6 350	0,0	0,0	35,7	64,3	Max. Dens. Seca	=	1,755	(gr/cm <sup>3</sup> )		
# 4	4 760	760,0	11,3	47,0	53,0	Cof. Cont. Hum.	=	10,80	%		
# 8	2 360	33,0	2,6	49,6	50,4	CBR 0.1" (100%)	=	26,4	%		
# 10	2 000	31,0	2,4	52,0	48,0	CBR 0.1" (25%)	=	23,5	%		
# 30	0 600	52,0	4,1	56,1	43,9	Ensayo Mata #200	P.S. seco	6700,0	P.S. Lavado	4073,5	% 200
# 40	0 420	15,3	1,2	57,3	42,7						
# 50	0 300	14,3	1,1	58,4	41,6	% Grava	=	47,0	%		
# 80	0 180	15,0	1,2	59,6	40,4	% Arena	=	13,6	%		
# 100	0 150	6,0	0,6	60,1	39,9	% Fino	=	39,2	%		
# 200	0 075	9,0	0,7	60,8	39,2	% Humedad	P.S.H.	246,7	P.S.S.	201,8	%
< # 200	FONDO	499,4	39,2	100,0	0,0						
FRACCIÓN		675,0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Coherencia		
TOTAL		6.700,0				Coef. Curvatura	=	-	1,1		
						Por. de Expansión	=	-	Estado		

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Ronaldo Zegarra Flores**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Sánchez Valero*  
**José A. Sánchez Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos; carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 5+000  
**CALICATA** : C-6  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	36	37	38
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.25	38.00	38.95
TARRO + SUELO SECO	29.35	30.80	30.75
AGUA	6.90	7.20	8.20
PESO DEL TARRO	10.25	11.82	10.27
PESO DEL SUELO SECO	19.10	18.98	20.48
% DE HUMEDAD	36.13	37.93	40.04
N° DE GOLPES	29	21	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	39	40
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.38	27.00
TARRO + SUELO SECO	24.13	24.20
AGUA	3.23	2.80
PESO DEL TARRO	10.48	12.33
PESO DEL SUELO SECO	13.87	11.87
% DE HUMEDAD	23.63	23.59



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	37.0
Limite Plástico	23.6
Índice Plástico	13.3

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Elys Floris Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alvarez Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG B 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 5+000  
**CALICATA** : C-6  
**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

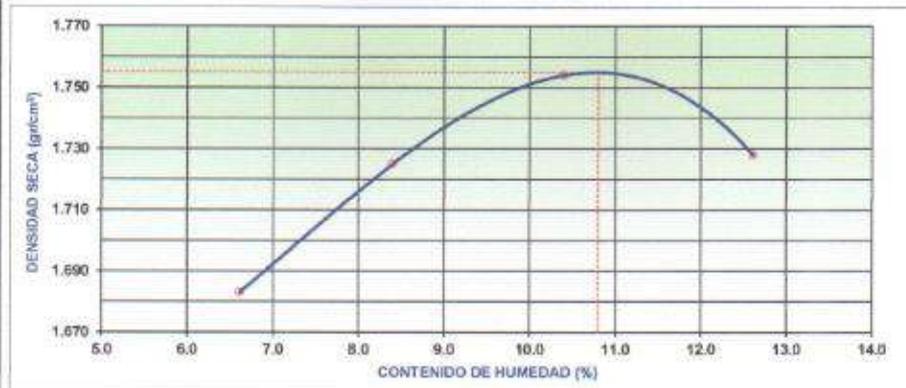
**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10500	10660	10800	10820
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3793	3953	4093	4113
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.794	1.870	1.936	1.946
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.683	1.725	1.754	1.728

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	375.2	369.0	362.3	355.2
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	24.8	31.0	37.7	44.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	375.2	369.0	362.3	355.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.61	8.40	10.41	12.61
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.755</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>10.8</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
Eddy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Huacero Valera*  
José A. Huacero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 5+000

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 18/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.755 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 10.8 %

CAPACIDAD : 8000 Kg.

ANILLO : 1

#### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	1	2	3
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	26	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12227	11979	12007
Peso de molde (gr)	8095	8040	8281
Peso del suelo húmedo (gr)	4132	3939	3726
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2120	2118
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.952	1.858	1.759
Humedad (%)	10.99	11.19	11.11
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.789	1.671	1.583
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	315.0	312.0	305.0
Tarro + Suelo seco (gr)	283.8	280.8	274.5
Peso del Agua (gr)	31.2	31.4	30.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	283.8	280.8	274.5
Humedad (%)	10.99	11.19	11.11
Promed. de Humedad (%)	11.0	11.2	11.1

#### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2021	16:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/03/2021	16:00:00	24	48.0	1.2	1.0	81.0	1.5	1.3	78.0	2.0	1.7
20/03/2021	16:00:00	48	58.0	1.5	1.3	74.0	1.9	1.8	90.0	2.3	2.0
21/03/2021	16:00:00	88	103.0	2.6	2.2	113.0	2.9	2.5	129.0	3.3	2.8
22/03/2021	16:00:00	96	110.0	2.8	2.4	127.0	3.2	2.8	139.0	3.5	3.0

#### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STANO. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		19	6			18	5			4	2		
1.270		36	11			30	9			19	6		
1.905		53	16			44	13			34	10		
2.540	70.3	64	19	18.6	26.5	57	17	18.7	23.8	43	13	12.6	17.9
3.810		83	24			79	23			61	18		
5.080	105.5	107	31	31.7	30.0	96	28	28.2	26.8	75	22	22.4	21.3
6.350		126	36			111	32			91	26		
7.620		145	42			127	37			106	30		
10.160		161	46			142	41			116	34		
12.700		179	51			158	46			129	37		

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José S. Luciano Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

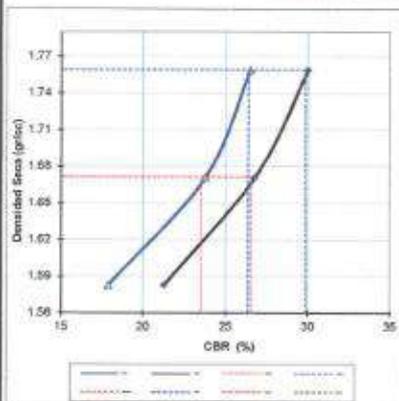
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 5+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-6	<b>FECHA</b> : 18/03/2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.4	0.2": 29.9
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 23.5	0.2": 26.5

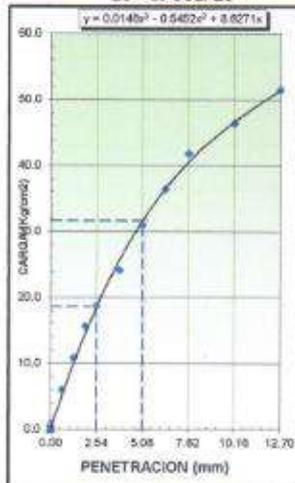
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.755	gr/cc
Optimo Humedad	10.80	%

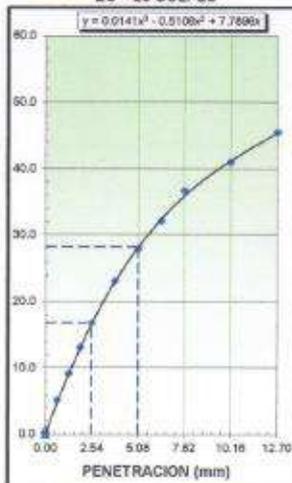
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

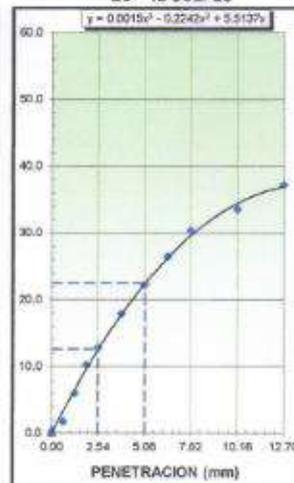
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Pérez*  
Elio Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Nuero Natera*  
José A. Nuero Natera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

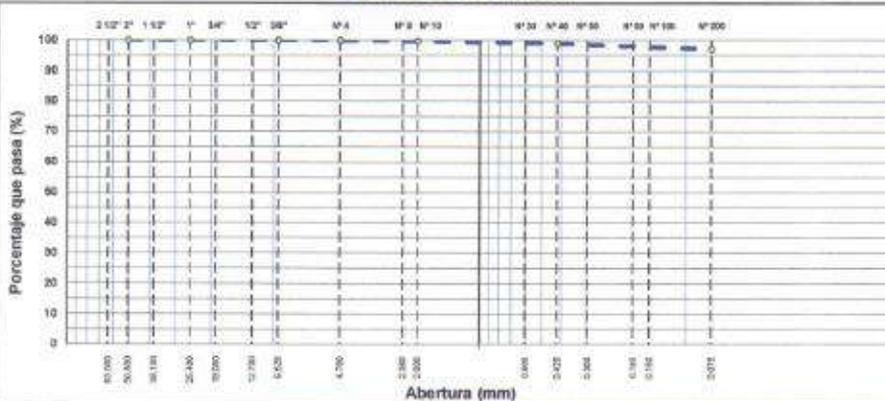
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76 200					Peso total	=	500.0	gr
2 1/2"	63 500					Peso lavado	=	14.3	gr
2"	50 800					Peso fino	=	500.0	gr
1 1/2"	38 100					Límite líquido	=	88.5	%
1"	25 400					Límite plástico	=	34.8	%
3/4"	19 050					Índice plástico	=	53.7	%
1/2"	12 700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(16)
3/8"	9 525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6 350					Max. Dens. Seca	=	1,688	(g/cm <sup>3</sup> )
# 4	4 760					Opt. Cont. Hum.	=	19.78	%
# 8	2 360					CBR 0.1" (100%)	=	13.6	%
# 10	2 000	0.8	0.2	0.2	99.8	CBR 0.1" (95%)	=	8.9	%
# 30	0 600	1.6	0.3	0.5	99.5	Ensayo Malle #200	P. S. Seco	P. S. Lavado	% 200
# 40	0 420	2.1	0.4	0.9	99.1		500.0	14.3	97.1
# 50	0 300	0.9	0.2	1.1	98.9	% Grava	=	0.0	%
# 80	0 180	2.4	0.5	1.6	98.4	% Arena	=	2.9	%
# 100	0 150	2.6	0.5	2.1	97.9	% Fino	=	97.1	%
# 200	0 075	3.9	0.8	2.9	97.1	% Humedad	P. S. H.	P. S. S.	%
< # 200	FONDO	485.7	97.1	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO	500.0					Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
TOTAL	500.0					Coef. Curvatura	=		9.8

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lugo*  
**José A. Lugo Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lugo*  
**José A. Lugo Pérez**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-93

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 6+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.77	36.66	36.40
TARRO + SUELO SECO	24.47	24.20	23.95
AGUA	12.30	12.46	12.45
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	14.14	14.01	13.66
% DE HUMEDAD	86.99	86.94	91.14
N° DE GOLPES	32	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.53	25.46
TARRO + SUELO SECO	21.52	21.58
AGUA	4.01	3.88
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.37	11.33
% DE HUMEDAD	35.27	34.25



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	88.5
Límite Plástico	34.8
Índice Plástico	53.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79244



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

#### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACION** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5793	5861	5846	5889
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1728	1796	1881	1824
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.834	1.907	1.997	1.936
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.584	1.620	1.668	1.593

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	345.3	339.8	334.1	329.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	54.7	60.2	65.9	71.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	345.3	339.8	334.1	329.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.84	17.72	19.72	21.58
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.668	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.8

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.T.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leifa Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 19/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.868 g/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 19.8 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	6	5	4			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12531	12154	12034			
Peso de molde (gr)	8335	8158	8230			
Peso del suelo húmedo (gr)	4196	3995	3804			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.991	1.895	1.803			
Humedad (%)	19.49	19.74	20.23			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.666	1.583	1.500			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	292.9	292.3	291.1			
Peso del Agua (gr)	57.1	57.7	58.9			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	292.9	292.3	291.1			
Humedad (%)	19.49	19.74	20.23			
Promed. de Humedad (%)	19.5	19.7	20.2			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	09:00:00	24	114.0	2.9	2.5	154.0	3.9	3.3	185.0	4.7	4.0
21/03/2021	09:00:00	48	132.0	3.4	2.9	170.0	4.3	3.7	205.0	5.2	4.5
22/03/2021	09:00:00	86	149.0	3.8	3.2	188.0	4.8	4.1	217.0	5.5	4.7
23/03/2021	09:00:00	96	173.0	4.4	3.8	204.0	5.2	4.4	234.0	5.9	5.1

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	3			5	2			3	1		
1.270		18	6			10	3			7	3		
1.905		25	8			14	5			11	4		
2.540	70.3	31	9	9.5	13.5	19	6	6.2	8.8	14	5	4.8	6.8
3.810		42	13			29	9			21	7		
5.080	105.5	54	16	16.2	15.4	37	11	11.5	10.9	30	9	9.0	8.5
6.350		63	19			48	14			37	11		
7.620		74	22			56	17			43	13		
10.160		81	24			66	19			51	15		
12.700		90	26			79	23			60	18		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
 José A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C. I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

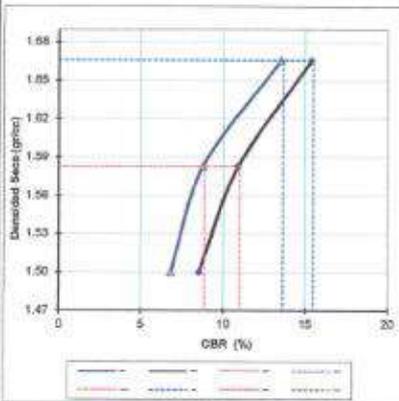
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 19/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 13.6	0.2": 15.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 8.9	0.2": 11.0

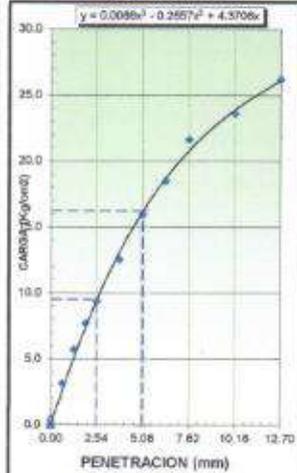
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.668	g/cm³
Optimo Humedad	19.78	%

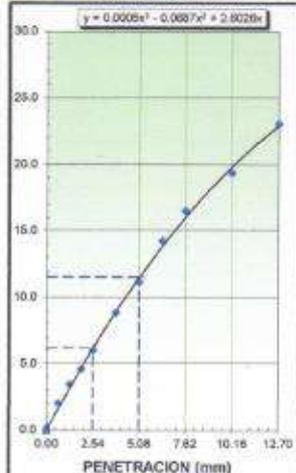
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

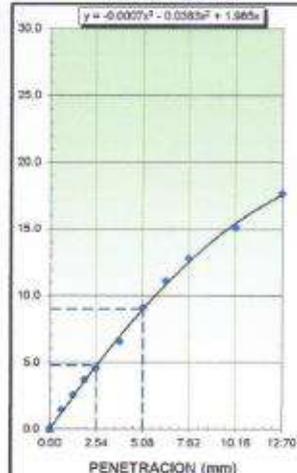
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 197, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-99

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

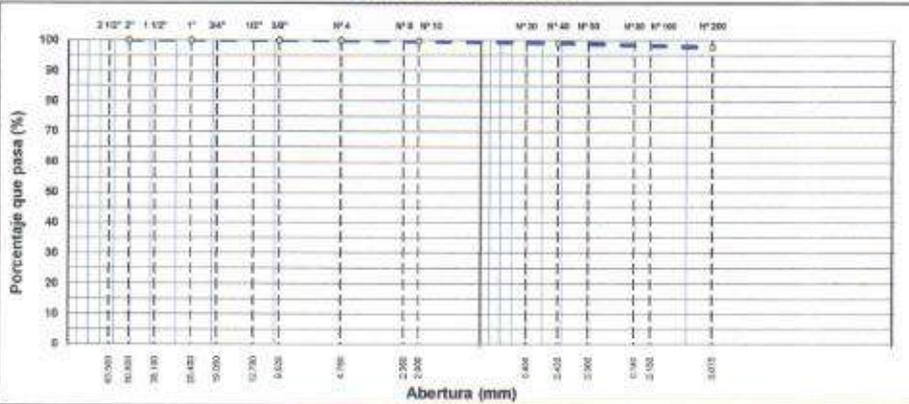
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	11.0	gr
2"	50.800					Peso fino	=	500.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	86.2	%
1"	25.400					Límite plástico	=	34.3	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	51.9	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(16)
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Secc	=	1.653	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750					Opt. Corr. Hum.	=	17.07	%
# 6	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	16.0	%
# 10	2.000	0.8	0.2	0.2	99.8	CBR 0.1" (95%)	=	10.5	%
# 30	0.600	1.3	0.3	0.4	99.6	Ensayo Malla #200	P.O. Deca.	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	1.7	0.3	0.8	99.2		500.0	11.0	97.8
# 50	0.300	1.5	0.3	1.1	98.9	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	1.2	0.2	1.3	98.7	% Arena	=	2.2	%
# 100	0.150	2.0	0.4	1.7	98.3	% Fino	=	97.8	%
# 200	0.075	2.5	0.5	2.2	97.8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	489.0	97.8	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		500.0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		500.0				Coef. Curvatura	=	-	0.8

Descripción suelo:

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
  
**Eloy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
  
**José A. Lucero Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-7	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3.0% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.37	37.15	36.55
TARRO + SUELO SECO	24.36	24.64	24.19
AGUA	12.01	12.51	12.36
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	14.28	14.50	14.03
% DE HUMEDAD	84.10	86.28	88.10
N° DE GOLPES	35	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.64	25.50
TARRO + SUELO SECO	21.74	21.53
AGUA	3.90	3.97
PESO DEL TARRO	10.19	10.18
PESO DEL SUELO SECO	11.55	11.37
% DE HUMEDAD	33.77	34.92



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	86.2
Limite Plástico	34.3
Indice Plástico	51.9

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Leila Tenorio Segura*  
**Leila Tenorio Segura**  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 6+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.37	37.15	36.55
TARRO + SUELO SECO	24.36	24.64	24.19
AGUA	12.01	12.51	12.36
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	14.28	14.50	14.03
% DE HUMEDAD	84.10	86.28	88.10
N° DE GOLPES	35	26	18

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.64	25.50
TARRO + SUELO SECO	21.74	21.53
AGUA	3.90	3.97
PESO DEL TARRO	10.19	10.18
PESO DEL SUELO SECO	11.55	11.37
% DE HUMEDAD	33.77	34.92



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	86.2
Límite Plástico	34.3
Índice Plástico	51.9

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Leila Tenorio Segura*  
**Leila Tenorio Segura**  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Lucero Valera*  
**José A. Lucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1983 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 6+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 19/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.653 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.1 %  
 CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	9	8	7
Nº Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12165	11930	11938
Peso de molde (gr)	8103	8046	8287
Peso del suelo húmedo (gr)	4062	3884	3651
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2116
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.821	1.833	1.725
Humedad (%)	16.74	17.21	16.47
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.646	1.664	1.481
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	299.8	298.8	300.5
Peso del Agua (gr)	50.2	51.4	49.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	299.8	298.8	300.5
Humedad (%)	16.74	17.21	16.47
Promed. de Humedad (%)	16.7	17.2	16.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	10:00:00	24	88.0	2.2	1.9	129.0	3.3	2.8	124.0	3.1	2.7
21/03/2021	10:00:00	48	107.0	2.7	2.3	145.0	3.7	3.2	165.0	4.2	3.6
22/03/2021	10:00:00	88	124.0	3.1	2.7	162.0	4.1	3.5	192.0	4.9	4.2
23/03/2021	10:00:00	98	141.0	3.6	3.1	174.0	4.4	3.8	204.0	5.2	4.4

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		14	5			8	3			6	2		
1.270		23	7			13	4			10	3		
1.905		30	9			17	5			14	5		
2.540	70.3	36	11	10.9	15.5	23	7	7.1	10.1	17	5	5.7	8.1
3.810		47	14			31	9			24	7		
5.080	105.5	59	17	17.9	17.0	40	12	12.5	11.9	33	10	10.0	9.5
6.350		68	20			51	15			40	12		
7.620		79	23			59	17			48	14		
10.160		90	26			69	20			54	16		
12.700		99	29			82	24			63	19		

INGEONORT S.A.C.

*Edu Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

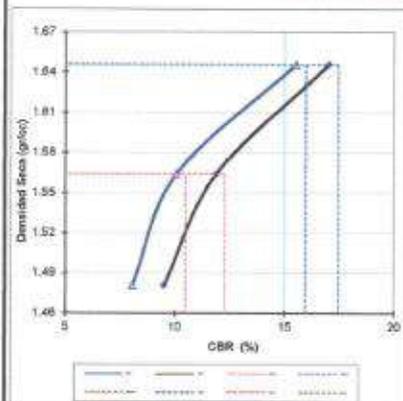
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 19/03/2021
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	
<b>CALICATA</b> : C-7	
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3.0% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 16.0	0.2": 17.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 10.5	0.2": 12.3

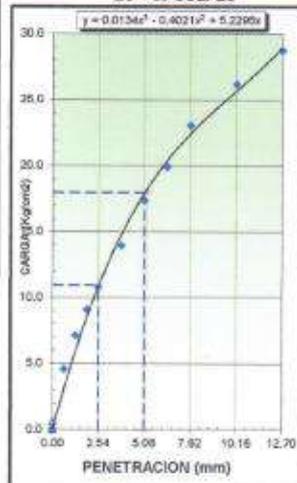
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.653	g/cc
Optimo Humedad	17.07	%

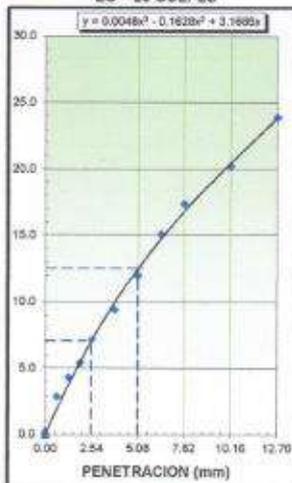
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

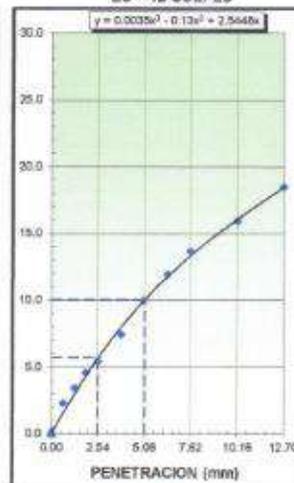
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Uzcero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76346



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 197, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-99

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

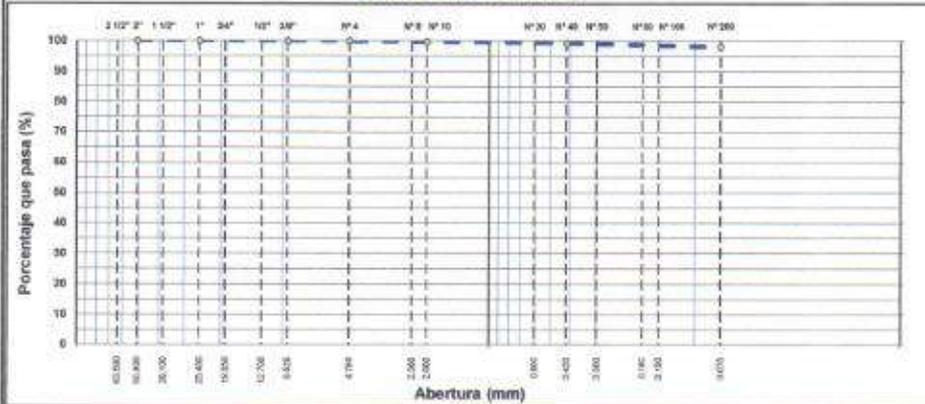
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	500.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	8.8	gr
2"	50.800					Peso fino	=	500.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	83.6	%
1"	25.400					Límite plástico	=	34.1	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	49.5	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(16)
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1,649	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750					Opt. Cnt. Hum.	=	16.79	%
# 6	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	19.0	%
# 10	2.000	0.8	0.2	0.2	99.8	CBR 0.1" (95%)	=	12.1	%
# 30	0.600	1.1	0.2	0.4	99.6	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	1.3	0.3	0.6	99.4		500.0	9.0	98.1
# 50	0.300	0.9	0.2	0.8	99.2	% Grava	=	0.0	%
# 80	0.180	1.6	0.3	1.1	98.9	% Arena	=	1.9	%
# 100	0.150	1.8	0.4	1.5	98.5	% Fino	=	98.1	%
# 200	0.075	2.1	0.4	1.9	98.1	% Humedad	P.E.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	490.4	98.1	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		500.0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		500.0				Coef. Curvatura	=	-	0.8

Descripción suelo:

Pol. de Expansión: Muy Alto; Compacto

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*Erika Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*José A. Amoro Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-99

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 6+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-7	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.48	36.95	38.59
TARRO + SUELO SECO	24.62	24.77	26.31
AGUA	11.86	12.18	12.28
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	14.48	14.52	14.30
% DE HUMEDAD	81.91	83.88	85.67
N° DE GOLPES	33	25	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.12	26.38
TARRO + SUELO SECO	23.42	22.74
AGUA	3.70	3.62
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.96	10.52
% DE HUMEDAD	33.76	34.41



**Constantes físicas de las muestras**

Limite Líquido	83.6
Limite Plástico	34.1
Indice Plástico	49.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Flores Pérez*  
Eddy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Huero Valera*  
José A. Huero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

NTC E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACION** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5723	5801	5877	5839
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1658	1736	1812	1774
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.760	1.843	1.924	1.883
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.584	1.607	1.649	1.587

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	355.4	348.7	342.9	337.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	44.6	51.3	57.1	62.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	355.4	348.7	342.9	337.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.55	14.71	16.65	18.66
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.649</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>16.8</b>

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 Eddy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76348



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1587 - AASHTO T-192

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 19/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.649 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.8 %  
 CAPACIDAD : 5000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	12	11	10
Nº Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12145	11859	11774
Peso de molde (gr)	8012	8035	8030
Peso del suelo húmedo (gr)	4133	3834	3744
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2150	2095	2176
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.922	1.830	1.721
Humedad (%)	16.98	17.25	16.36
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.643	1.561	1.479
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	299.2	298.5	300.8
Peso del Agua (gr)	50.8	51.5	49.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	299.2	298.5	300.8
Humedad (%)	16.98	17.25	16.36
Promed. de Humedad (%)	17.0	17.3	16.4

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	11:00:00	24	56.0	1.4	1.2	99.0	2.5	2.2	92.0	2.3	2.0
21/03/2021	11:00:00	48	80.0	2.0	1.7	123.0	3.1	2.7	152.0	3.9	3.3
22/03/2021	11:00:00	68	83.0	2.4	2.0	132.0	3.4	2.9	150.0	4.1	3.5
23/03/2021	11:00:00	96	111.0	2.8	2.4	144.0	3.7	3.1	172.0	4.4	3.7

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 12				MOLDE N° 11				MOLDE N° 10			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	3			6	2			3	1		
1.270		20	6			11	4			7	3		
1.905		31	9			19	6			13	4		
2.540	70.3	43	13	13.0	18.4	26	8	8.2	11.6	20	6	6.3	9.0
3.810		63	19			41	12			32	10		
5.080	105.5	84	24	23.7	22.5	53	16	15.9	15.0	41	12	12.4	11.7
6.350		100	29			68	20			53	16		
7.620		112	32			79	23			62	18		
10.160		129	37			94	27			71	21		
12.700		148	43			111	32			84	24		

INGEONORT S.A.C.

*Eduy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alarcón Valero*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 75344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 6+000

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

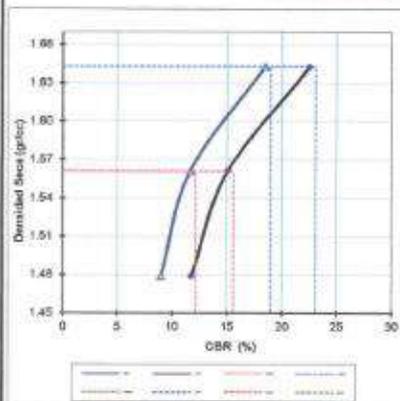
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 19/03/2021

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1":	19.0	0.2":	23.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1":	12.1	0.2":	15.6

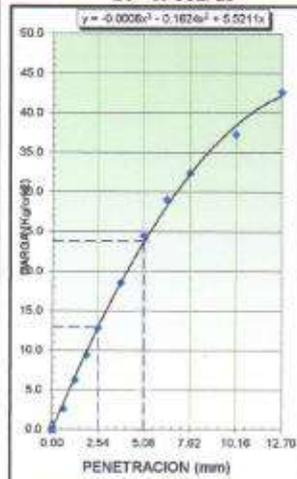
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.640	gr/cc
Optimo Humedad	16.73	%

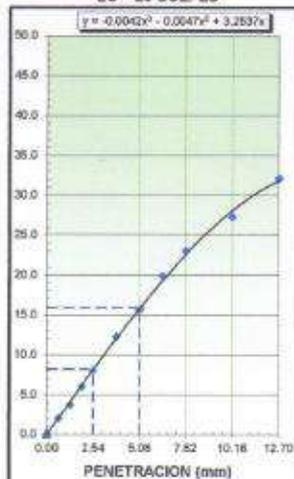
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

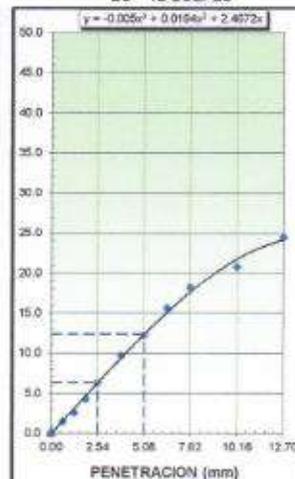
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Elix Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quintero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-30

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

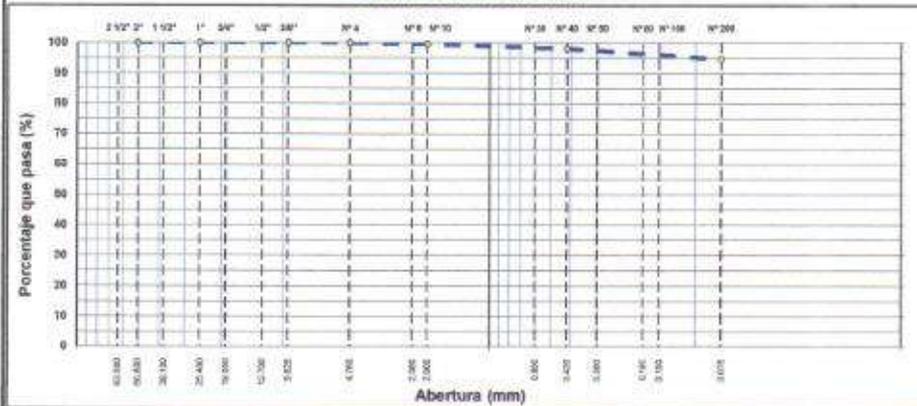
**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					Peso total	=	400.0	gf	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	21.3	gr	
2"	50.800					Peso fino	=	400.0	gr	
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	85.7	%	
1"	25.400					Límite plástico	=	35.3	%	
3/4"	19.050					Índice plástico	=	50.5	%	
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	16	
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH		
1/4"	6.350					Máx. Dens. Seca	=	1.672	(gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750					Opt. Cont. Hum.	=	18.45	%	
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	14.0	%	
# 10	2.000	1.5	0.4	0.4	99.6	CBR 0.1" (95%)	=	8.3	%	
# 30	0.600	2.5	0.6	1.0	99.0	Ensayo Malla #200	P.0. Seco	400.0	P.0. Lavado	% 200
# 40	0.420	3.6	0.9	1.9	98.1			21.3		94.7
# 50	0.300	1.6	0.4	2.3	97.7	% Grava	=	0.0	%	
# 80	0.180	3.6	0.9	3.2	96.8	% Arena	=	5.3	%	
# 100	0.150	4.6	1.2	4.4	95.6	% Fino	=	94.7	%	
# 200	0.075	3.9	1.0	5.3	94.7	% Humedad	P.S.H.	204.8	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	378.7	94.7	100.0	0.0			141.5		44.7%
FINO		400.0				Coef. Uniformidad	=			Índice de Consistencia
TOTAL		400.0				Coef. Curvatura	=			0.8

Descripción suelo:

Pol. de Expansión Moy ARO Compacto

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 151 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	16	17	18
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.80	37.07	37.20
TARRO + SUELO SECO	25.40	25.37	25.20
AGUA	11.40	11.70	12.00
PESO DEL TARRO	11.91	11.88	11.69
PESO DEL SUELO SECO	13.49	13.49	13.51
% DE HUMEDAD	84.51	86.73	88.82
N° DE GOLPES	30	22	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	19	20
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.50	26.52
TARRO + SUELO SECO	22.80	22.70
AGUA	3.70	3.82
PESO DEL TARRO	12.26	11.92
PESO DEL SUELO SECO	10.54	10.78
% DE HUMEDAD	35.10	35.44



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	85.7
Límite Plástico	35.3
Índice Plástico	50.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORABRISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 118 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : 'Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca'

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

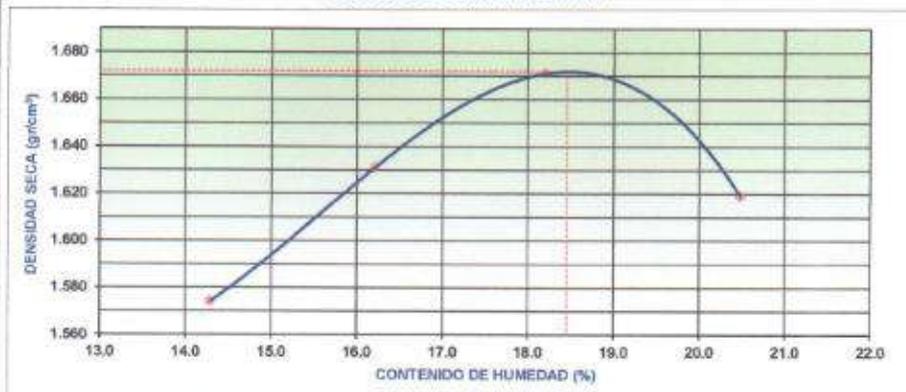
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5780	5850	5926	5902
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1695	1785	1861	1837
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.799	1.895	1.976	1.950
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.574	1.631	1.671	1.619

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	350.0	344.2	338.4	332.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	50.0	55.8	61.6	68.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	350.0	344.2	338.4	332.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.29	16.21	18.20	20.48

**MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** 1.672    **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** 18.5

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Tucero Valera*  
José A. Tucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 19/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.672 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 18.5 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	22	23	24			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12354	12189	11975			
Peso de molde (gr)	8162	8207	8186			
Peso del suelo húmedo (gr)	4192	3982	3789			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2111	2104	2106			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.986	1.893	1.799			
Humedad (%)	18.19	18.59	19.00			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.680	1.596	1.512			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	330.0	310.0	325.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	279.2	261.4	273.1			
Peso del Agua (gr)	50.8	48.6	51.9			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	279.2	261.4	273.1			
Humedad (%)	18.19	18.59	19.00			
Promed. de Humedad (%)	18.2	18.6	19.0			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	10:00:00	24	104.0	2.6	2.3	144.0	3.7	3.1	175.0	4.4	3.8
21/03/2021	10:00:00	48	122.0	3.1	2.7	160.0	4.1	3.5	195.0	5.0	4.2
22/03/2021	10:00:00	86	139.0	3.5	3.0	178.0	4.5	3.9	207.0	5.3	4.5
23/03/2021	10:00:00	96	160.0	4.1	3.5	191.0	4.9	4.2	221.0	5.8	4.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 22				MOLDE N° 23				MOLDE N° 24			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		11	4			4	2			3	1		
1.270		20	6			9	3			5	2		
1.905		27	8			13	4			9	3		
2.540	70.3	33	10	10.3	14.6	18	6	6.0	8.5	12	4	4.2	6.0
3.810		45	13			28	9			19	6		
5.080	105.5	59	17	17.4	16.5	39	12	11.4	10.8	28	9	8.4	7.9
6.350		68	20			47	14			35	11		
7.620		79	23			55	16			41	12		
10.160		86	25			65	19			49	15		
12.700		96	28			77	22			57	17		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Antonio Valero*  
 José Antonio Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79164



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

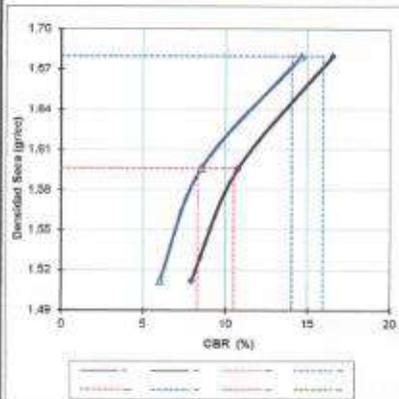
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 19/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 14.0	0.2": 16.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 8.3	0.2": 10.5

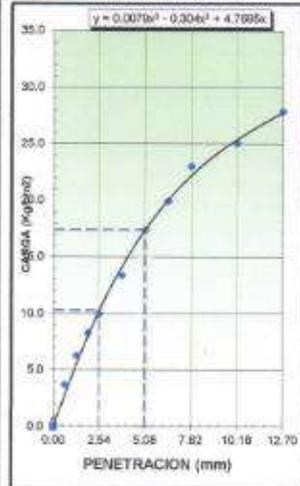
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.672	gr/cc
Optimo Humedad	18.46	%

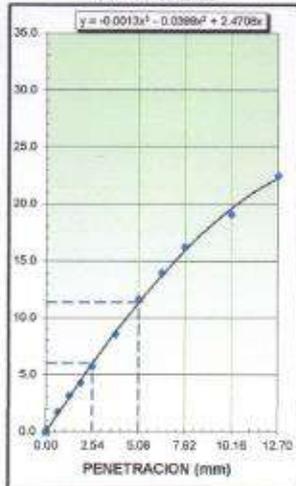
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

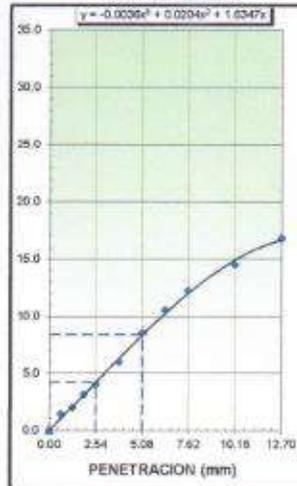
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Ely Flores Pérez*  
 Ely Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Begura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

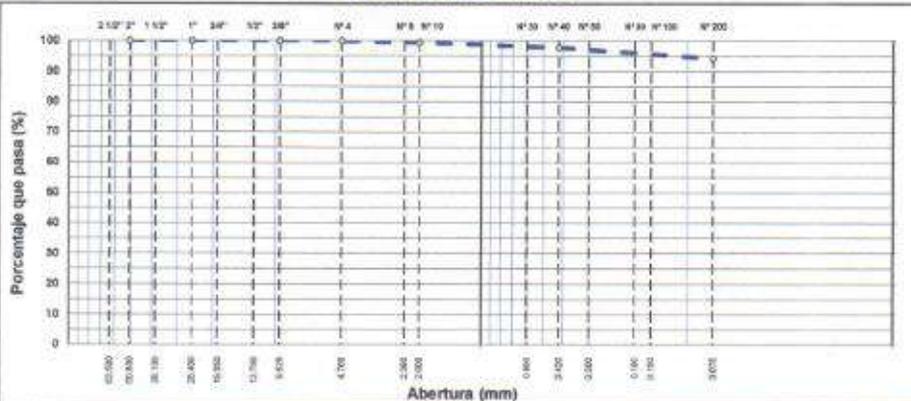
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	395.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	22.8	gr
2"	50.800					Peso fino	=	395.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	81.4	%
1"	25.400					Límite plástico	=	34.8	%
3/4"	19.050					Índice plástico	=	46.6	%
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-6	16
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH	
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.657	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760					Q <sub>p</sub> Cort. Hum.	=	16.77	%
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	16.5	%
# 10	2.000	1.7	0.4	0.4	99.6	CBR 0.1" (25%)	=	10.8	%
# 30	0.600	2.8	0.7	1.1	98.9	Ensayo Mata #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	M 200
# 40	0.420	3.9	1.0	2.1	97.9		395.0	22.8	94.2
# 50	0.300	1.9	0.5	2.6	97.4	% Grava	=	0.0	%
# 90	0.180	3.6	1.0	3.6	96.4	% Arena	=	5.8	%
# 100	0.150	4.7	1.2	4.8	95.2	% Fino	=	94.2	%
# 200	0.075	4.0	1.0	5.8	94.2	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	372.2	94.2	100.0	0.0		204.8	141.5	44.7%
FINO		395.0				Coef. Uniformidad	-		Índice de Consistencia
TOTAL		395.0				Coef. Curvatura	-		0.8
						Por. de Expansión	Muy Alto		Compacto

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Roy Flores Pérez*  
**Roy Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
**José A. Lucero Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76384



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTD E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-60

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	21	22	23
TARRO + SUELO HUMEDO	36.70	37.17	37.00
TARRO + SUELO SECO	25.70	25.55	25.38
AGUA	11.00	11.62	11.62
PESO DEL TARRO	11.99	11.41	11.64
PESO DEL SUELO SECO	13.71	14.14	13.74
% DE HUMEDAD	80.23	82.18	84.57
N° DE GOLPES	29	23	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	24	25
TARRO + SUELO HUMEDO	26.70	26.52
TARRO + SUELO SECO	22.75	22.86
AGUA	3.95	3.66
PESO DEL TARRO	11.43	12.19
PESO DEL SUELO SECO	11.32	10.67
% DE HUMEDAD	34.89	34.30



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	81.4
Límite Plástico	34.6
Índice Plástico	46.8

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*[Firma]*  
**Eva Flórez Pérez**  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*[Firma]*  
**José A. Nucero Valera**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5787	5885	5890	5870
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1722	1820	1825	1805
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.828	1.932	1.937	1.916
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.597	1.657	1.635	1.592

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	349.5	343.0	337.5	332.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	50.5	57.0	62.5	67.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	349.5	343.0	337.5	332.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.45	16.62	18.52	20.37
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.657	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.8	

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Uzcero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 75364



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 19/03/2021

#### DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.657 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.8 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

### ENSAYO DE CBR

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	1	2	3
Molde N°	1	2	3
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12207	11935	11965
Peso de molde (gr)	8095	8040	8281
Peso del suelo húmedo (gr)	4112	3895	3684
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2117	2120	2118
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.942	1.837	1.739
Humedad (%)	17.01	16.50	16.41
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.660	1.677	1.494
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	315.0	310.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	269.2	266.1	257.7
Peso del Agua (gr)	45.8	43.9	42.3
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	269.2	266.1	257.7
Humedad (%)	17.01	16.50	16.41
Promed. de Humedad (%)	17.0	16.5	16.4

### EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	11:00:00	24	91.0	2.3	2.0	131.0	3.3	2.8	163.0	4.1	3.5
21/03/2021	11:00:00	48	109.0	2.8	2.4	147.0	3.7	3.2	183.0	4.8	4.0
22/03/2021	11:00:00	88	125.0	3.2	2.7	165.0	4.2	3.6	193.0	4.9	4.2
23/03/2021	11:00:00	96	146.0	3.7	3.2	177.0	4.7	4.0	201.0	5.1	4.4

### PENETRACIÓN

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		9	3			5	2			5	2		
1.270		18	6			12	4			9	3		
1.905		29	9			18	6			13	4		
2.540	70.3	41	12	11.8	16.8	25	8	7.7	10.9	16	5	5.5	7.8
3.810		58	17			38	11			23	7		
5.080	105.5	73	21	21.6	20.5	51	15	15.0	14.3	37	11	10.4	9.9
6.350		89	26			62	18			44	13		
7.620		102	30			74	22			48	14		
10.160		123	36			94	27			65	19		
12.700		138	40			106	31			77	22		

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



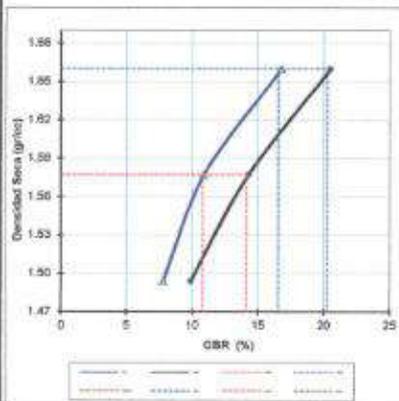
**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 19/03/2021
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 7+000	
<b>CALICATA</b> : C-8	
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 3.0% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 16.5	0.2": 20.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 10.8	0.2": 14.1

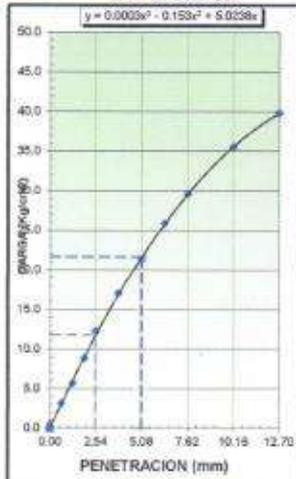
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.557	gr/cc
Optimo Humedad	16.77	%

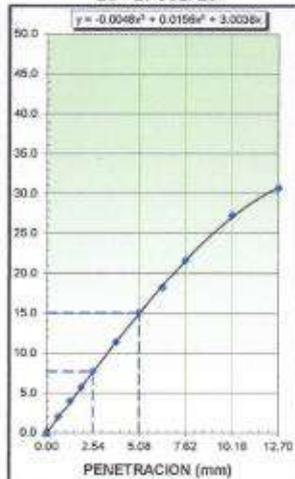
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

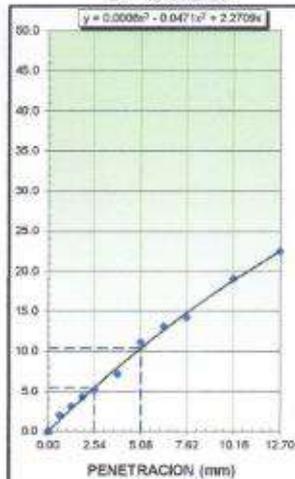
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

Elva Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Alvarez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-81

**PROYECTO :** Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV. :** Km. 7+000

**CALICATA :** C-8

**MUESTRA :** Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA :** Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO :** E.F.P.

**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
3"	76.200					Peso total	=	402.0	gr		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	27.7	gr		
2"	50.800					Peso fino	=	402.0	gr		
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	77.6	%		
1"	25.400					Límite plástico	=	33.2	%		
3/4"	19.050					Índice plástico	=	44.5	%		
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=	A-7-5	(16)		
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=	CH			
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=	1.633	(gr/cm <sup>3</sup> )		
# 4	4.750					Opt. Cont. Hum.	=	15.42	%		
# 8	2.360				100.0	CBR 0.1" (100%)	=	16.9	%		
# 10	2.000	2.3	0.6	0.6	99.4	CBR 0.1" (95%)	=	12.7	%		
# 30	0.600	3.0	0.7	1.3	98.7	Ensayo Malla #200	P.O. Seco.	402.0	P.O. Lavado	% 200	
# 40	0.420	4.0	1.0	2.3	97.7			27.7		93.1	
# 50	0.300	3.0	0.7	3.1	96.9	% Grava	=	0.0	%		
# 60	0.180	4.1	1.0	4.1	95.9	% Arena	=	6.9	%		
# 100	0.150	5.3	1.3	5.4	94.6	% Fino	=	83.1	%		
# 200	0.075	6.0	1.5	6.9	93.1	% Humedad	P.S.H.	204.8	P.S.S.	141.5	44.7%
< # 200	FONDO	374.3	93.1	100.0	0.0						
FINO		402.0				Coef. Uniformidad	=	-		Índice de Consistencia	
TOTAL		402.0				Coef. Curvatura	=	-		0.7	
						Por. de Expansión	=	May Alto		Wando	

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Leila Tenorio Segura*  
 Leila Tenorio Segura  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 76744



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LIMITES DE ATTERBERG

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 7+000

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

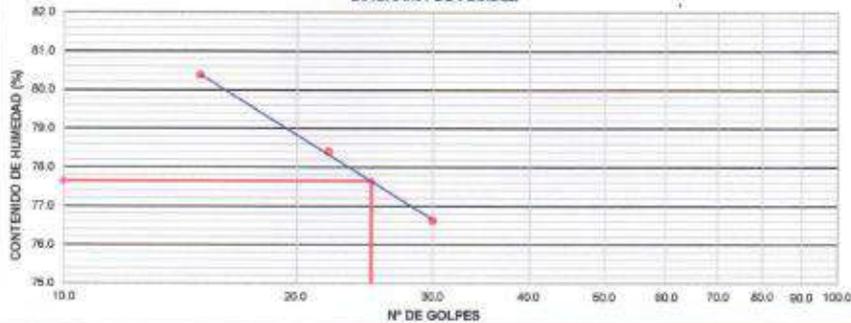
### LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	30	31	32
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.75	37.26	37.00
TARRO + SUELO SECO	26.20	26.30	25.70
AGUA	10.55	10.96	11.30
PESO DEL TARRO	12.43	12.32	11.64
PESO DEL SUELO SECO	13.77	13.98	14.06
% DE HUMEDAD	76.62	78.40	80.37
Nº DE GOLPES	30	22	15

### LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	33	34
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.78	26.62
TARRO + SUELO SECO	22.67	22.88
AGUA	4.11	3.74
PESO DEL TARRO	10.26	11.61
PESO DEL SUELO SECO	12.41	11.27
% DE HUMEDAD	33.12	33.19

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	77.6
Límite Plástico	33.2
Índice Plástico	44.5

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quereu Valera*  
José A. Quereu Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 7+000

CALICATA : C-8

MUESTRA : Suelo natural + 4.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACION : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

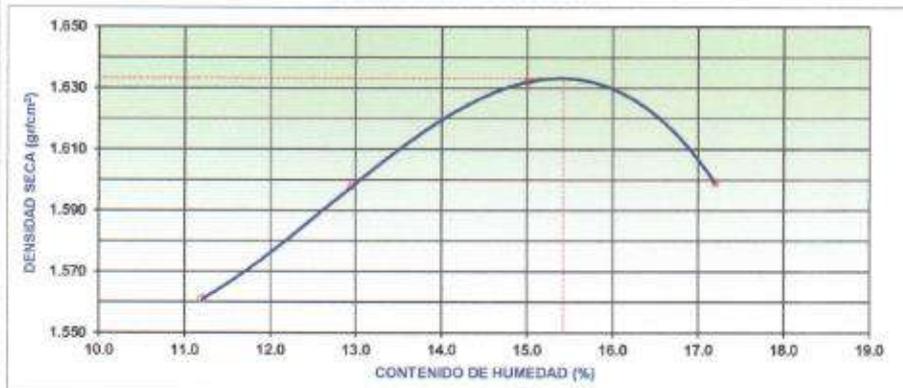
NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5700	5765	5833	5830
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1635	1700	1768	1765
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.736	1.805	1.877	1.874
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.561	1.598	1.632	1.599

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	359.7	354.1	347.8	341.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	40.3	45.9	52.2	58.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	359.7	354.1	347.8	341.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.20	12.96	15.01	17.20
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.633	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.4

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76341



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 7+000  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 19/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.833 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.4 %

CAPACIDAD : 5000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	6	8	4
Molde N°	6	8	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12303	11936	11787
Peso de molde (gr)	8335	8158	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	3968	3777	3557
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.883	1.792	1.686
Humedad (%)	15.81	15.79	14.99
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.629	1.548	1.466
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0	300.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	259.5	259.1	260.9
Peso del Agua (gr)	40.5	40.9	39.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	259.5	259.1	260.9
Humedad (%)	15.61	15.79	14.99
Promed. de Humedad (%)	15.6	15.8	15.0

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/03/2021	12:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/03/2021	12:00:00	24	78.0	2.0	1.7	118.0	3.0	2.8	151.0	3.8	5.3
21/03/2021	12:00:00	48	87.0	2.5	2.1	134.0	3.4	2.9	171.0	4.3	3.7
22/03/2021	12:00:00	88	112.0	2.8	2.4	151.0	3.8	3.3	180.0	4.6	3.9
23/03/2021	12:00:00	98	132.0	3.4	2.9	184.0	4.2	3.6	190.0	4.8	4.1

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 8				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		9	3			7	3			3	1		
1.270		16	5			14	5			8	3		
1.905		27	8			20	6			13	4		
2.540	70.3	39	12	11.7	16.7	28	9	8.8	12.5	20	6	6.3	8.9
3.810		58	17			43	13			32	10		
5.080	105.5	80	23	22.4	21.2	56	17	16.4	15.5	41	12	12.4	11.8
6.350		96	28			68	20			53	16		
7.620		108	31			80	23			62	18		
10.160		134	39			95	28			74	22		
12.700		168	46			114	33			87	25		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 7444



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

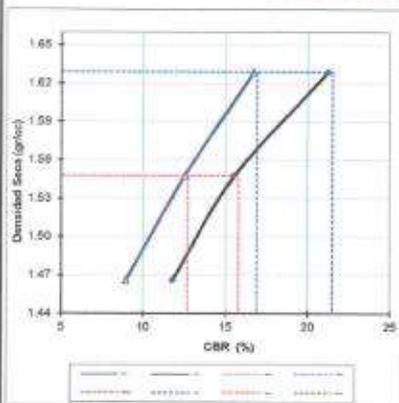
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 7+000	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>CALICATA</b> : C-8	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>MUESTRA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	<b>FECHA</b> : 19/03/2021
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

#### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 16.9	0.2": 21.5
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 12.7	0.2": 15.8

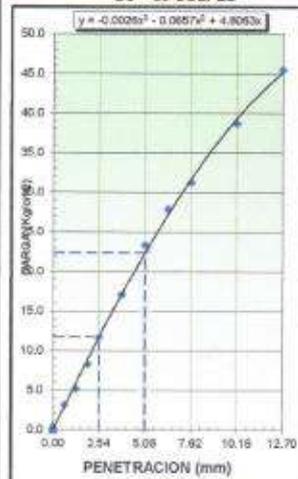
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.633	gr/cc
Optimo Humedad	15.42	%

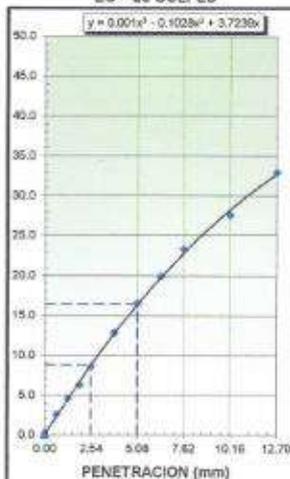
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

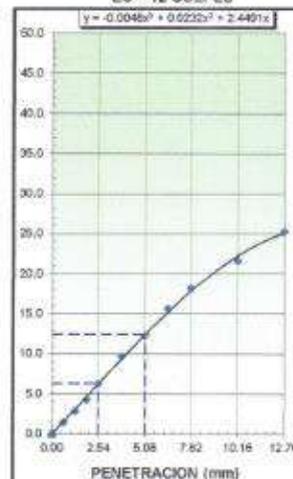
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José Alcero Valera*  
José Alcero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-81

**PROYECTO :** Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV. :** Km. 8+000

**CALICATA :** C-9

**MEZCLA :** Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA :** Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO :** E.F.P.

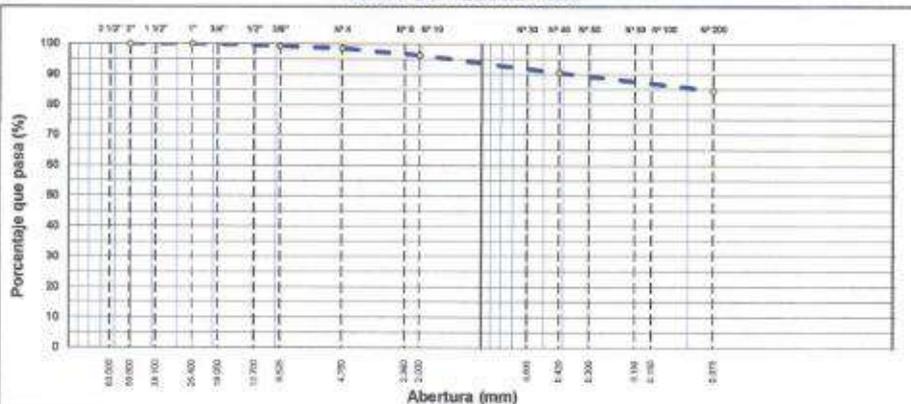
**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76.200					Peso total	=	754.4 gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	116.4 gr
2"	50.800					Peso fino	=	743.6 gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	53.4 %
1"	25.400					Límite plástico	=	33.0 %
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	20.4 %
1/2"	12.700	2.6	0.3	0.3	99.7	Clasif. AASHTO	=	A-7-5 [15]
3/8"	9.525	2.4	0.3	0.7	99.3	Clasif. SUOCS	=	MH
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.7	99.3	Max. Dens. Seca	=	1.658 (gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	5.8	0.8	1.4	98.6	Opt. Cont. Hum.	=	20.25 %
# 8	2.360	9.4	1.2	2.7	97.3	CBR 0.1" (100%)	=	14.9 %
# 10	2.000	8.2	1.1	3.8	96.2	CBR 0.1" (95%)	=	10.8 %
# 30	0.800	32.6	4.3	8.1	91.9	Ensayo Mata #200	P.S. Seca. P.S. Lavado % 200	
# 40	0.420	9.9	1.3	9.4	90.6		754.4 116.4 64.6	
# 50	0.300	5.5	0.7	10.1	89.9	% Grava	=	1.4 %
# 80	0.180	10.1	1.3	11.5	88.5	% Arena	=	14.0 %
# 100	0.150	11.4	1.5	13.0	87.0	% Fino	=	84.6 %
# 200	0.075	18.5	2.5	15.4	84.6	% Humedad	P.S.H. P.S.S. %	
< # 200	FONDO	638.0	84.6	100.0	0.0		243.6 181.3 34.5%	
FINO		743.6				Coef. Uniformidad	=	Índice de Consistencia
TOTAL		754.4				Coef. Curvatura	=	0.9
						Por. de Expansión	=	Compacto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 Ely Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 José A. Guerrero Nolasca  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

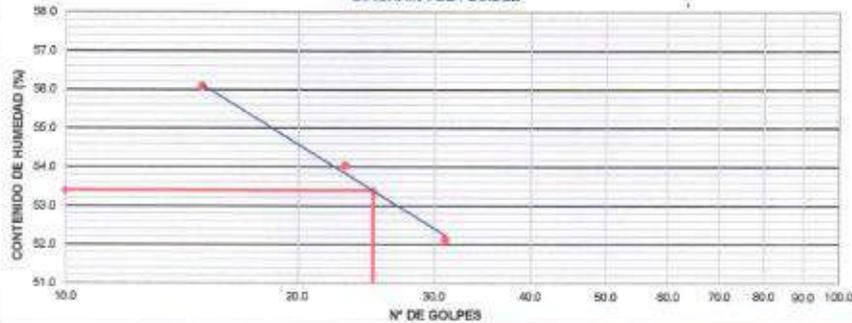
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.51	36.56	36.73
TARRO + SUELO SECO	27.54	27.31	27.23
AGUA	8.97	9.25	9.50
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.21	17.12	16.94
% DE HUMEDAD	52.12	54.03	56.08
N° DE GOLPES	31	23	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.38	25.42
TARRO + SUELO SECO	21.55	21.71
AGUA	3.83	3.71
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.40	11.46
% DE HUMEDAD	33.60	32.37

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	53.4
Límite Plástico	33.0
Índice Plástico	20.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Juan Pérez*  
Juan Pérez Pérez  
LABORADORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Uzcero Valera*  
José A. Uzcero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.E. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

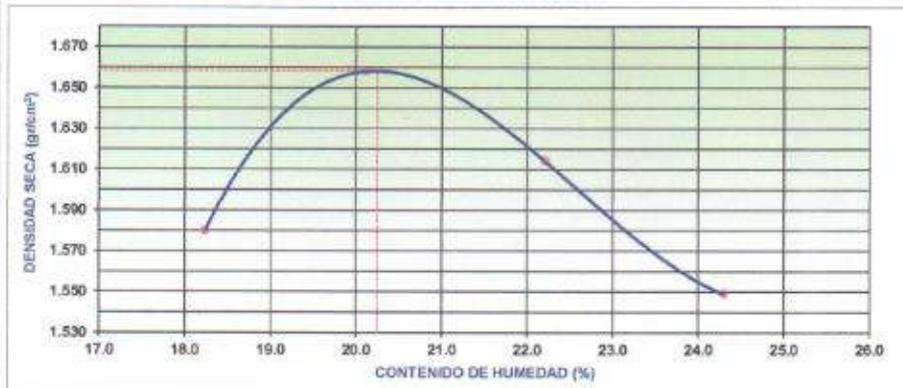
**METODO DE COMPACTACION** : "A"  
**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5825	5941	5923	5879
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1760	1876	1858	1814
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.868	1.992	1.972	1.926
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.580	1.658	1.614	1.549

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	338.3	333.0	327.3	321.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	61.7	67.0	72.7	78.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	338.3	333.0	327.3	321.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.24	20.12	22.21	24.30
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.658	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		20.2

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronald Zagarra Flores*  
Jair Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76364



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1092 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.658 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.2 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	15	14	13
N° Caps	5	5	5
Golpes por caps N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11880	11787	11524
Peso de molde (gr)	7713	7805	7723
Peso del suelo húmedo (gr)	4167	3982	3801
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098	2113	2122
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.986	1.884	1.791
Humedad (%)	20.23	20.07	20.48
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.652	1.569	1.487
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	291.1	291.5	290.5
Peso del Agua (gr)	58.9	58.5	59.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	291.1	291.5	290.5
Humedad (%)	20.23	20.07	20.48
Promed. de Humedad (%)	20.2	20.1	20.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	13:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	13:00:00	24	91.0	2.3	2.0	132.0	3.4	2.9	129.0	3.3	2.8
22/03/2021	13:00:00	48	110.0	2.8	2.4	149.0	3.8	3.2	159.0	4.3	3.7
23/03/2021	13:00:00	88	127.0	3.2	2.8	165.0	4.2	3.6	196.0	6.0	4.3
24/03/2021	13:00:00	96	144.0	3.7	3.1	177.0	4.5	3.8	208.0	6.3	4.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 15				MOLDE N° 14				MOLDE N° 13			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.835		11	4			8	3			2	1		
1.270		20	6			13	4			5	2		
1.906		27	8			17	5			10	3		
2.540	70.3	33	10	10.3	14.6	24	7	7.4	10.5	13	4	4.5	6.4
3.810		47	14			33	10			20	6		
5.080	105.5	56	17	17.2	16.4	42	13	12.8	12.1	29	9	6.7	8.2
6.350		68	20			51	15			36	11		
7.620		76	22			59	17			42	13		
10.160		87	25			69	20			50	15		
12.700		96	28			82	24			59	17		

INGEONORT S.A.C.

*José Flores Pérez*  
 LABORABRISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Bucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.T.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

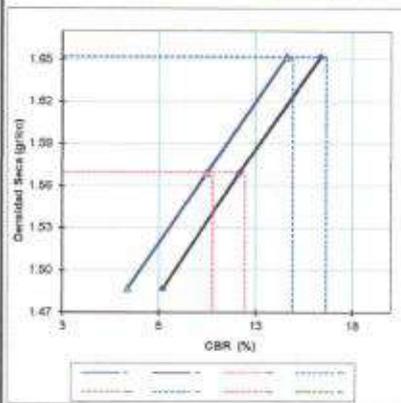
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 14.9	0.2": 16.7
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 10.8	0.2": 12.5

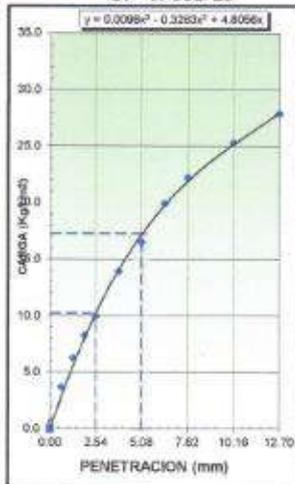
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.558	gr/cc
Optimo Humedad	20.25	%

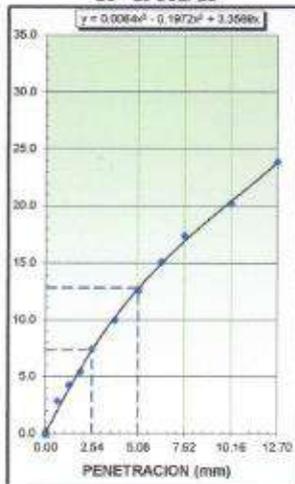
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

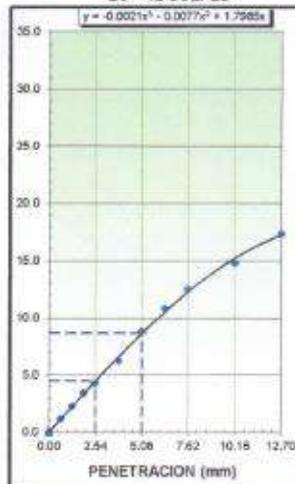
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Alucero Valera*  
José A. Alucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76844



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 209 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

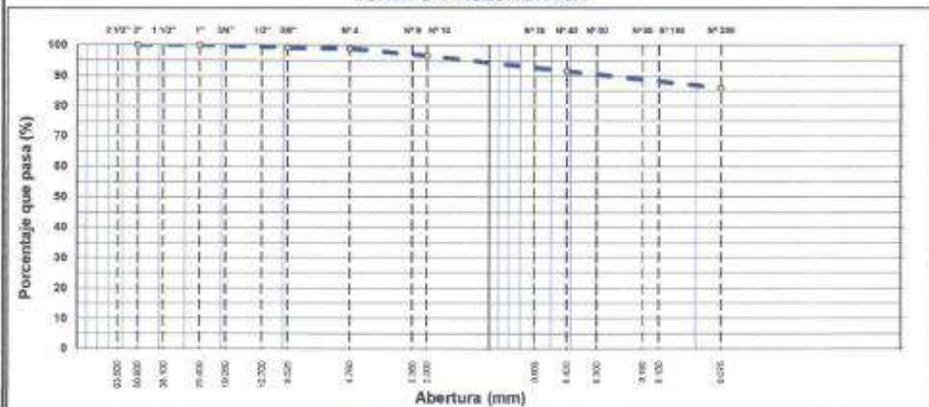
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	778.2	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	110.2	gr
2"	50.800					Peso fino	=	769.6	gr
1 1/2"	38.100					Limite liquido	=	50.8	%
1"	25.400					Limite plastico	=	31.9	%
3/4"	19.050				100.0	Indice plastico	=	18.9	%
1/2"	12.700	2.2	0.3	0.3	99.7	Clasif. AASHTO	=	A-7.5	14
3/8"	9.525	4.5	0.6	0.9	99.1	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	99.1	Max. Dens. Seca	=	1.645	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	1.9	0.2	1.1	98.9	Opt. Cont. Hum.	=	19.61	%
# 8	2.360	10.6	1.4	2.5	97.5	CBR 0.1" (100%)	=	16.2	%
# 10	2.000	8.1	1.0	3.5	96.5	CBR 0.1" (95%)	=	11.7	%
# 30	0.600	30.5	3.9	7.4	92.6	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	8.0	1.0	8.5	91.6		778.2	110.2	85.8
# 50	0.300	5.4	0.7	9.1	90.9	% Grava	=	1.1	%
# 80	0.180	10.8	1.4	10.5	89.6	% Arena	=	13.1	%
# 100	0.150	12.3	1.6	12.1	87.9	% Fino	=	85.9	%
# 200	0.075	15.9	2.0	14.2	85.9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	866.0	85.8	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		769.6				Coef. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		778.2				Coef. Curvatura	=		6.9
						Pot. de Expansión	=		Compacto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Cuervo Natera*  
**José A. Cuervo Natera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T 89 Y T 96

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (D+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 8+000

CALCATA : C-9

MEZCLA : Suelo natural + 3.0% de yeso

TESISTA : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.52	36.38	36.66
TARRO + SUELO SECO	27.71	27.42	27.38
AGUA	8.81	8.96	9.28
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	17.63	17.28	17.22
% DE HUMEDAD	49.97	51.85	53.69
N° DE GOLPES	29	21	13

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.25	25.49
TARRO + SUELO SECO	21.88	21.73
AGUA	3.59	3.76
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	11.47	11.57
% DE HUMEDAD	31.30	32.50



#### Constantes físicas de las muestras

Límite Líquido	50.8
Límite Plástico	31.9
Índice Plástico	18.9

#### Observ.:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 16344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

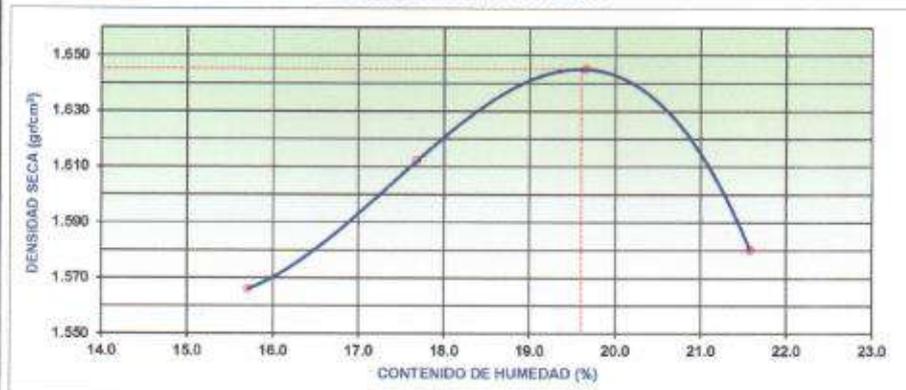
**MÉTODO DE COMPACTACION** : "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5772	5852	5919	5875
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1707	1787	1854	1810
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.812	1.897	1.968	1.921
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.568	1.612	1.645	1.580

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	345.7	339.9	334.3	329.0
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	54.3	60.1	65.7	71.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	345.7	339.9	334.3	329.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.71	17.68	19.65	21.58
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.645</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>19.6</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E. Flores Pérez*  
E. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Nuñez Valera*  
Jose Nuñez Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronald Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.645 g/cm<sup>3</sup>  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 19.6 %

CAPACIDAD : 5000 Kg  
ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	18	17	16
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12159	12258	11923
Peso de molde (gr)	7990	8324	8196
Peso del suelo húmedo (gr)	4169	3934	3727
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2108	2109
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972	1.868	1.767
Humedad (%)	20.19	19.82	19.66
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.641	1.559	1.477
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	291.2	292.1	292.5
Peso del Agua (gr)	58.8	57.9	57.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	291.2	292.1	292.5
Humedad (%)	20.19	19.82	19.66
Promed. de Humedad (%)	20.2	19.8	19.7

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	14:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	14:00:00	24	76.0	2.0	1.7	116.0	3.0	2.6	115.0	2.9	2.5
22/03/2021	14:00:00	48	98.0	2.5	2.1	136.0	3.5	3.0	145.0	3.7	3.2
23/03/2021	14:00:00	88	114.0	2.9	2.5	152.0	3.9	3.3	174.0	4.4	3.8
24/03/2021	14:00:00	96	130.0	3.3	2.8	160.0	4.1	3.5	187.0	4.7	4.1

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 18				MOLDE N° 17				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		7	3			5	2			3	1		
1.270		16	5			12	4			8	3		
1.905		27	8			19	6			15	5		
2.540	70.3	39	12	11.3	16.0	26	8	8.1	11.5	22	7	6.8	9.6
3.819		58	17			40	12			34	10		
5.080	105.5	70	20	20.9	19.8	53	16	15.5	14.7	43	13	13.0	12.4
6.350		86	25			64	19			56	16		
7.620		99	29			76	22			64	19		
10.160		120	35			93	27			73	21		
12.700		135	39			108	31			84	24		

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Ancero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

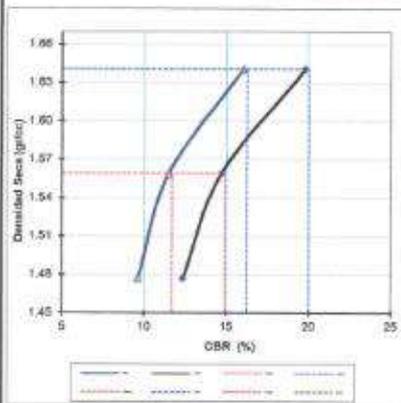
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 8+000  
**CALICATA** : C-9  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 16.2	0.2": 20.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 11.7	0.2": 14.9

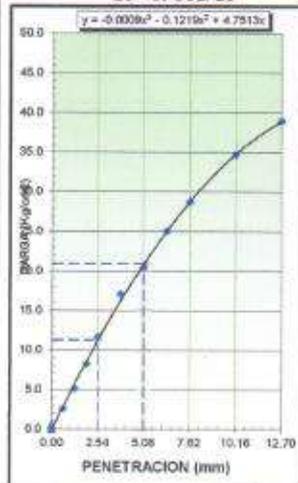
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.645	gr/cc
Optimo Humedad	19.61	%

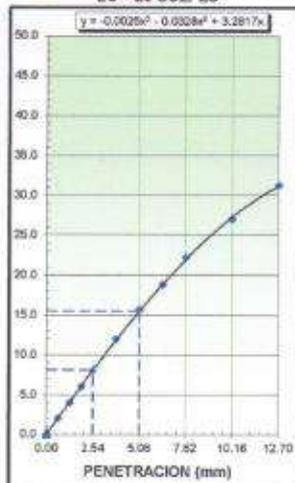
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

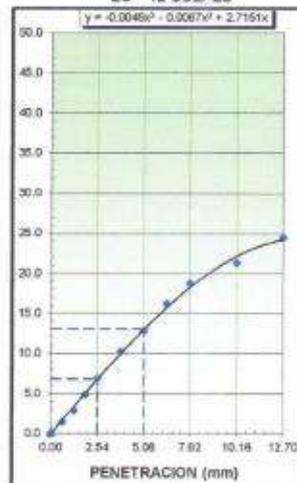
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 197, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

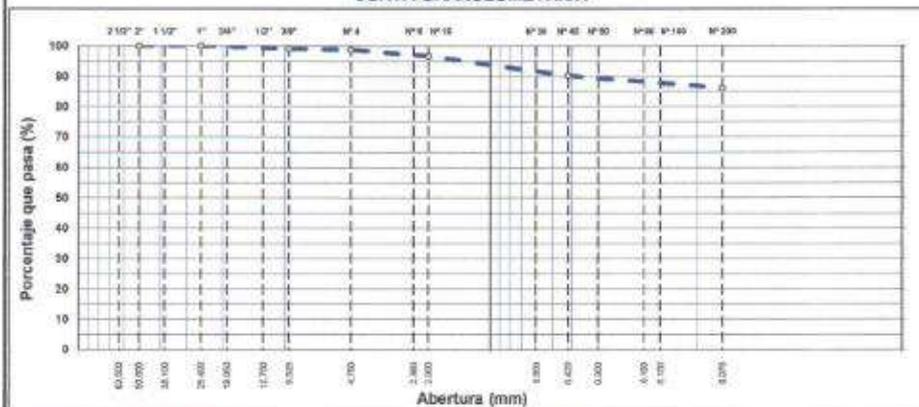
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	765.8	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	106.1	gr
2"	50.800					Peso fino	=	759.1	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	50.1	%
1"	25.400					Límite plástico	=	32.9	%
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	17.2	%
1/2"	12.700	3.8	0.5	0.5	99.5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	[13]
3/8"	9.525	2.6	0.3	0.8	99.2	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.8	99.2	Mex. Dens. Seca	=	1.623	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	3.3	0.4	1.3	98.7	Opt. Cont. Hum.	=	19.09	%
# 8	2.360	8.5	1.1	2.4	97.6	CBR 0.1" (100%)	=	19.0	%
# 10	2.000	7.2	0.9	3.3	96.7	CBR 0.1" (95%)	=	13.1	%
# 30	0.600	38.7	5.1	8.4	91.6	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	10.5	1.4	9.7	90.3		765.8	106.1	86.1
# 50	0.300	5.8	0.8	10.5	89.5	% Grava	=	1.3	%
# 80	0.180	11.5	1.5	12.0	88.0	% Arena	=	12.6	%
# 100	0.150	7.9	1.0	13.0	87.0	% Fino	=	86.2	%
# 200	0.075	6.3	0.8	13.9	86.2	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	659.7	86.1	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		756.1				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		765.8				Coef. Curvatura	=	-	6.0
						Pot. de Expansión	=	-	Compacto

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**Jair Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
*[Signature]*  
**José A. Lucero Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTS E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 8+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-9	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.89	37.65	38.43
TARRO + SUELO SECO	28.01	28.45	29.31
AGUA	8.88	9.20	9.12
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	17.87	18.20	17.30
% DE HUMEDAD	48.57	50.55	52.72
N° DE GOLPES	33	24	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.40	27.26
TARRO + SUELO SECO	23.68	23.56
AGUA	3.72	3.70
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.22	11.34
% DE HUMEDAD	33.16	32.63



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	50.1
Límite Plástico	32.9
Índice Plástico	17.2

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 75344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (D+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

**COMPACTACIÓN**

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5781	5885	5870	5828
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1716	1820	1805	1763
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.822	1.932	1.916	1.872
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.555	1.623	1.582	1.521

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	341.5	336.0	330.3	325.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	58.5	64.0	69.7	74.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	341.5	336.0	330.3	325.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.13	19.05	21.10	23.04
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.623</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>19.1</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Ella Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 16244



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (D+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 8+000

**CALICATA** : C-9

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronelio Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA 1.623 g/cm<sup>3</sup>      CAPACIDAD : 5000 Kg.

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 19.1 %      ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	21	20	19
Molde N°	21	20	19
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12077	11892	11840
Peso de molde (gr)	7994	8033	8115
Peso del suelo húmedo (gr)	4083	3859	3725
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113	2105	2112
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.932	1.833	1.764
Humedad (%)	19.25	19.13	20.98
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.639	1.458
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	293.5	293.8	289.3
Peso del Agua (gr)	56.5	56.2	60.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	293.5	293.8	289.3
Humedad (%)	19.25	19.13	20.98
Promed. de Humedad (%)	19.3	19.1	21.0

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	15:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	15:00:00	24	67.0	1.7	1.5	104.0	2.6	2.3	102.0	2.6	2.2
22/03/2021	15:00:00	48	85.0	2.2	1.8	122.0	3.1	2.7	142.0	3.6	3.1
23/03/2021	15:00:00	88	102.0	2.6	2.2	137.0	3.5	3.0	160.0	4.1	3.5
24/03/2021	15:00:00	96	118.0	3.0	2.6	150.0	3.8	3.3	177.0	4.5	3.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 21						MOLDE N° 20						MOLDE N° 19					
		CARGA		CORRECCION		%	%	CARGA		CORRECCION		%	%	CARGA		CORRECCION		%	%
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%			Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%			Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%		
0.000		0	0					0	0					0	0				
0.635		8	3					6	2					3	1				
1.270		21	7					12	4					7	3				
1.905		32	10					20	6					14	5				
2.540	70.3	44	13	13.2	18.8			30	9	9.0	12.8			21	7	6.6	9.8		
3.810		64	19					44	13					34	10				
5.080	105.5	85	25	24.1	22.8			58	17	16.8	16.0			45	13	13.2	12.6		
6.350		101	29					72	21					56	17				
7.620		113	33					80	23					65	19				
10.160		133	38					95	28					76	22				
12.700		164	44					112	32					87	25				

INGEONORT S.A.C.

*Eddy Florjays Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



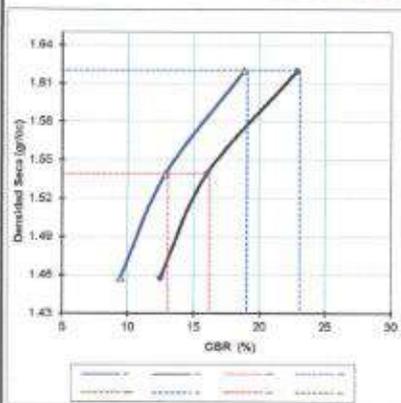
**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 8+000 <b>CALICATA</b> : C-9 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 20/03/2021
--	--

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 19.0	0.2": 23.1
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 13.1	0.2": 16.2

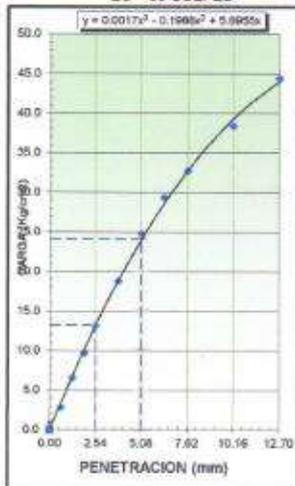
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.623	g/cm³
Optimo Humedad	19.09	%

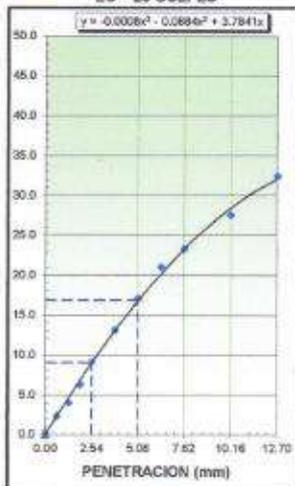
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

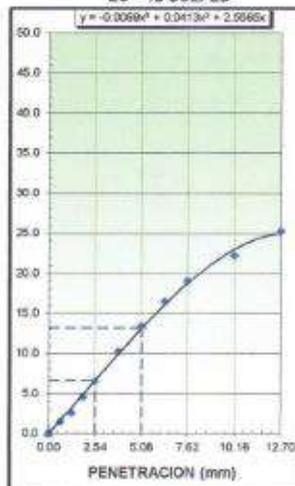
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**INGEONORT S.A.C.**

*Eloy Flores Pérez*  
 Eloy Flores Pérez  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochilcas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-80

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

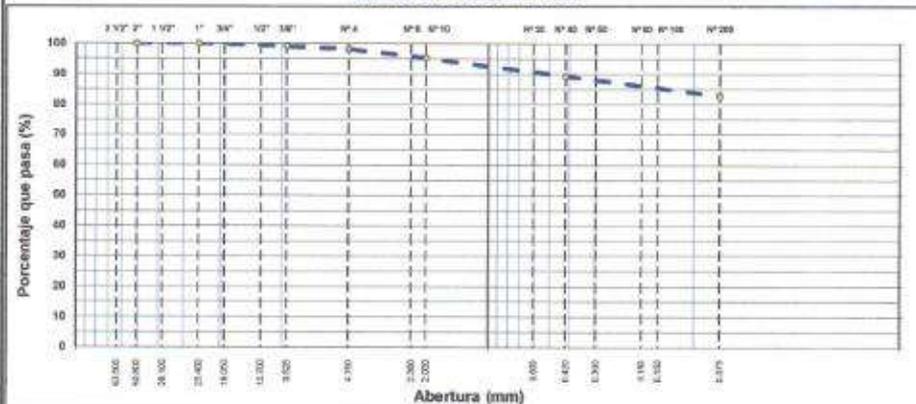
Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	601.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	103.5	gr
2"	50.800					Peso fino	=	590.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	51.6	%
1"	25.400					Límite plástico	=	31.5	%
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	20.0	%
1/2"	12.700	3.0	0.5	0.5	99.5	Clasif. AASHTO	=	A-7-5	14
3/8"	9.525	2.0	0.3	0.8	99.2	Clasif. SUCCS	=	MH	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.8	99.2	Máx. Dens. Seca	=	1.634	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	6.0	1.0	1.8	98.2	Opt. Cont. Hum.	=	22.73	%
# 8	2.360	9.0	1.5	3.3	96.7	CBR 0.1" (100%)	=	14.0	%
# 10	2.000	8.6	1.4	4.8	95.2	CBR 0.1" (95%)	=	10.1	%
# 30	0.600	25.6	4.3	9.0	91.0	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	10.0	1.7	10.7	89.3		601.0	103.5	82.8
# 50	0.300	5.0	0.8	11.5	88.5	% Grava	=	1.8	%
# 80	0.180	11.0	1.8	13.3	86.7	% Arena	=	15.4	%
# 100	0.150	10.3	1.7	15.1	85.0	% Fino	=	82.8	%
# 200	0.075	13.0	2.2	17.2	82.8	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	497.5	82.8	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		590.0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		601.0				Coef. Curvatura	=	-	0.9

Descripción suelo:

Fit. de Expansión

Compacto

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
**J. Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Guerra Valera*  
**José A. Guerra Valera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.B. N° 74344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 115 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-98

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

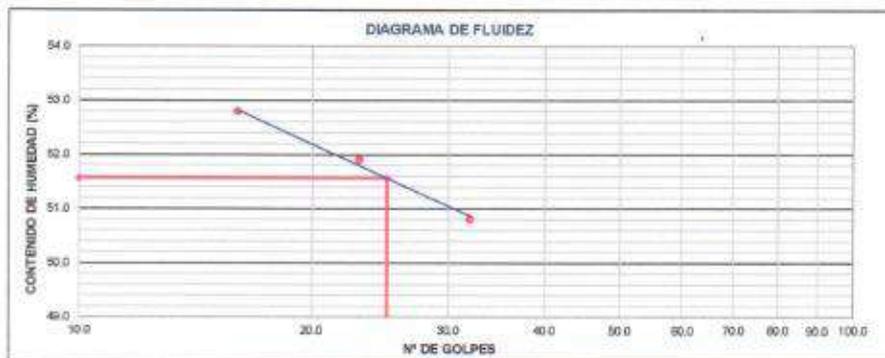
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Marzo - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.30	36.56	36.83
TARRO + SUELO SECO	27.55	27.55	27.66
AGUA	8.75	9.01	9.17
PESO DEL TARRO	10.33	10.19	10.29
PESO DEL SUELO SECO	17.22	17.36	17.37
% DE HUMEDAD	50.81	51.90	52.79
N° DE GOLPES	32	23	16

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.30	25.30
TARRO + SUELO SECO	21.66	21.70
AGUA	3.64	3.60
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	11.51	11.45
% DE HUMEDAD	31.62	31.44



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	51.6
Límite Plástico	31.5
Índice Plástico	20.0

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zagarra Flores*  
Jair Ronaldo Zagarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Guerrero Valera*  
José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 79544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 9+000

CALICATA : C-10

MEZCLA : Suelo natural + 1.5% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

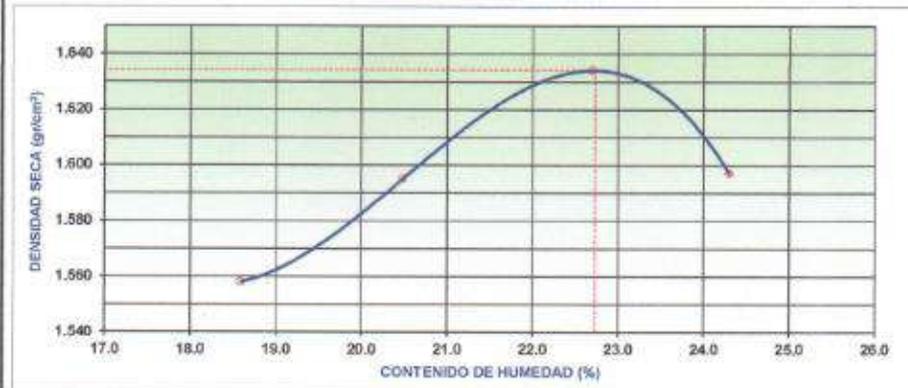
NÚMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5805	5875	5954	5935
PESO DE MOLDE (gr)	4085	4085	4085	4085
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1740	1810	1889	1870
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847	1.921	2.005	1.985
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.558	1.595	1.634	1.597

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	337.3	332.0	326.0	321.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	62.7	68.0	74.0	78.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	337.3	332.0	326.0	321.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.58	20.48	22.70	24.30
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.634	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.7

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores  
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.634 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.7 %

CAPACIDAD : 8000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	13	14	15			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	25	12			
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO	SATURADO	NO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11972	11818	11476			
Peso de molde (gr)	7723	7805	7713			
Peso del suelo húmedo (gr)	4249	4013	3763			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122	2113	2098			
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.002	1.899	1.793			
Humedad (%)	22.98	22.80	22.40			
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.628	1.546	1.465			
Tarro N°	S/N	S/N	S/N			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	305.0	300.0	300.0			
Tarro + Suelo seco (gr)	248.0	244.3	245.1			
Peso del Agua (gr)	57.0	55.7	54.9			
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00			
Peso del suelo seco (gr)	248.0	244.3	245.1			
Humedad (%)	22.98	22.80	22.40			
Promed. de Humedad (%)	23.0	22.8	22.4			

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	06:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	06:00:00	24	80.0	2.0	1.7	121.0	3.1	2.6	118.0	3.0	2.6
22/03/2021	06:00:00	48	99.0	2.5	2.2	138.0	3.5	3.0	158.0	4.0	3.4
23/03/2021	06:00:00	68	116.0	2.8	2.5	154.0	3.9	3.3	185.0	4.7	4.0
24/03/2021	06:00:00	96	133.0	3.4	2.9	166.0	4.2	3.6	197.0	5.0	4.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STANO. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	3			6	2			5	2		
1.270		18	6			11	4			9	3		
1.905		25	8			16	5			13	4		
2.540	70.3	31	9	9.7	13.8	22	7	6.9	9.6	16	5	5.4	7.7
3.810		45	13			32	10			23	7		
5.080	105.5	54	16	16.6	15.7	41	12	12.4	11.7	32	10	9.7	9.2
6.350		66	19			50	15			39	12		
7.620		74	22			58	17			45	13		
10.160		85	25			68	20			53	16		
12.700		93	27			80	23			62	18		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Bucero Valera*  
 José A. Bucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 14344



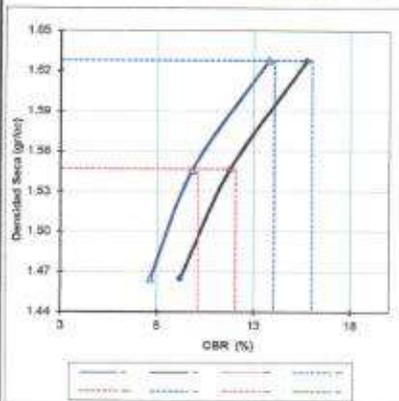
**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000 <b>CALIGATA</b> : C-10 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 1.5% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeqarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 20/03/2021
---	--

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 14.0	0.2": 16.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 10.1	0.2": 12.0

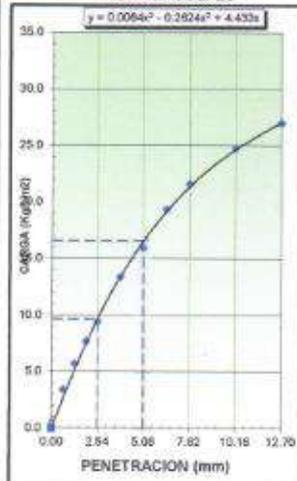
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.634	g/cm³
Óptimo Humedad	22.73	%

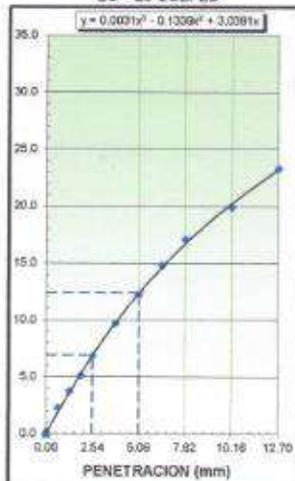
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

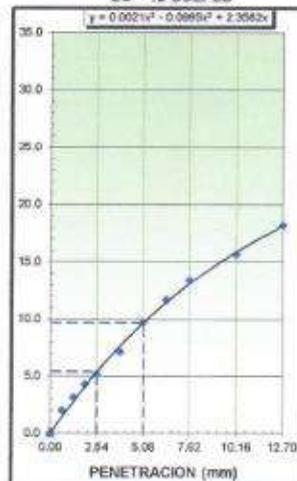
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Ely Florz Pérez*  
 Ely Florz Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Inocencio Valera*  
 José A. Inocencio Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 46344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-95

**PROYECTO :** Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV. :** Km. 9+000

**CALICATA :** C-10

**MEZCLA :** Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA :** Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegana Flores

**TÉCNICO :** E.F.P.

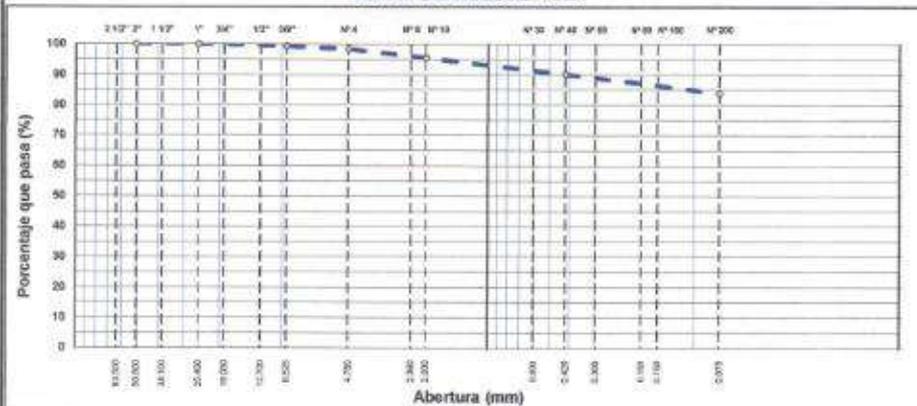
**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	610.0 gr	
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	96.4 gr	
2"	50.800					Peso fino	=	599.8 gr	
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	47.3 %	
1"	25.400					Límite plástico	=	29.5 %	
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	17.7 %	
1/2"	12.700	2.5	0.4	0.4	99.6	Clasif. AASHTO	=	A-7-6 (13)	
3/8"	9.525	1.9	0.3	0.7	99.3	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.7	99.3	Max. Dens. Seca	=	1.508 (gr/cm <sup>3</sup> )	
# 4	4.750	5.8	1.0	1.7	98.3	Opt. Cont. Hum.	=	22.27 %	
# 8	2.360	8.0	1.3	3.0	97.0	CBR 0.1' (100%)	=	19.2 %	
# 10	2.000	9.0	1.5	4.5	96.5	CBR 0.1' (95%)	=	12.3 %	
# 30	0.800	23.6	3.9	8.3	91.7	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	9.0	1.5	9.8	90.2		610.0	96.4	83.9
# 50	0.300	6.0	1.0	10.8	89.2	% Grava	=	1.7 %	
# 80	0.180	10.0	1.6	12.4	87.6	% Arena	=	14.5 %	
# 100	0.150	11.0	1.8	14.2	85.8	% Fino	=	83.9 %	
# 200	0.075	11.8	1.9	16.1	83.9	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
< # 200	FONDO	511.6	83.9	100.0	0.0		243.8	181.3	34.5%
FINO		599.8				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Coesistencia
TOTAL		610.0				Coef. Curvatura	=	-	0.7
						Por. de Expansión	=	-	Blanco

Descripción suelo:

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 70344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4510 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

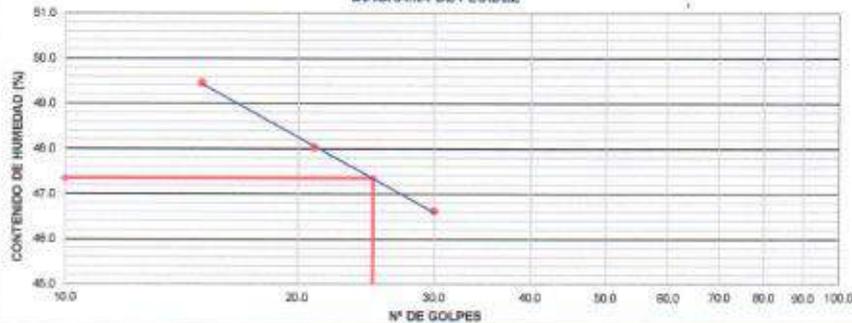
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.50	37.02	37.12
TARRO + SUELO SECO	28.10	28.30	28.20
AGUA	8.40	8.72	8.92
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	18.02	18.16	18.04
% DE HUMEDAD	46.81	48.02	49.45
N° DE GOLPES	30	21	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.76	27.10
TARRO + SUELO SECO	23.00	23.20
AGUA	3.76	3.90
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	12.81	13.04
% DE HUMEDAD	29.35	29.91

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	47.3
Límite Plástico	29.6
Índice Plástico	17.7

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

**INGEONORT S.A.C.**

*Jair Ronaldo Zagarra Flores*  
**Jair Flores Pérez**  
LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**

*Jose A. Lucero Valero*  
**Jose A. Lucero Valero**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 115 - ASTM D 1587

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 9+000

CALICATA : C-10

MEZCLA : Suelo natural + 3.0% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

METODO DE COMPACTACION : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

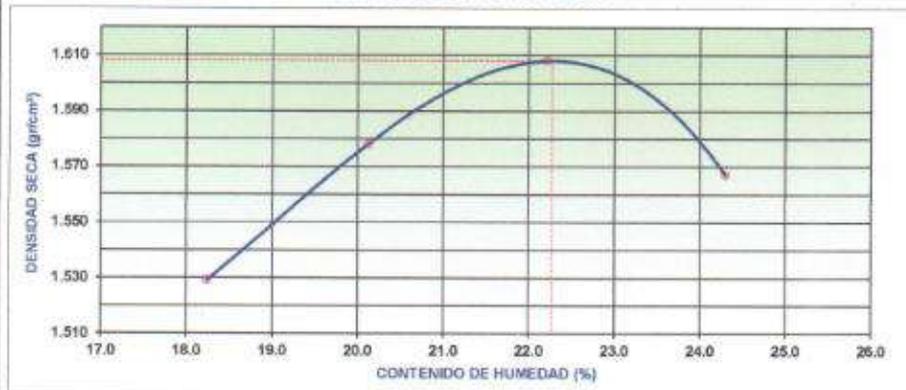
NUMERO DE CAPAS : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5788	5850	5916	5900
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1703	1785	1851	1835
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.895	1.965	1.948
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.529	1.578	1.608	1.567

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	338.3	333.0	327.3	321.8
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	61.7	67.0	72.7	78.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	338.3	333.0	327.3	321.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.24	20.12	22.21	24.30
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.608	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*E. Flores Pérez*  
E. Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucera Valera*  
José A. Lucera Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.608 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.3 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	16	17	18
Molde N°	16	17	18
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12355	12280	11727
Peso de molde (gr)	8196	8324	7990
Peso del suelo húmedo (gr)	4159	3958	3737
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2109	2106	2114
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.872	1.878	1.768
Humedad (%)	22.51	22.81	22.00
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.610	1.529	1.449
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	320.0	315.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	261.2	256.5	245.9
Peso del Agua (gr)	58.8	58.5	54.1
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	261.2	256.5	245.9
Humedad (%)	22.51	22.81	22.00
Promed. de Humedad (%)	22.5	22.8	22.0

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	08:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	08:00:00	24	86.0	1.7	1.4	106.0	2.7	2.3	104.0	2.6	2.3
22/03/2021	08:00:00	48	85.0	2.2	1.8	125.0	3.2	2.7	145.0	3.7	3.2
23/03/2021	08:00:00	68	103.0	2.6	2.2	140.0	3.6	3.0	172.0	4.4	3.7
24/03/2021	08:00:00	96	119.0	3.0	2.6	152.0	3.9	3.3	175.0	4.4	3.8

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 16				MOLDE N° 17				MOLDE N° 18			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		13	4			7	3			6	2		
1.270		22	7			12	4			10	3		
1.905		33	10			20	6			18	6		
2.540	70.3	45	13	13.6	19.4	29	9	8.6	12.3	25	8	7.6	10.9
3.810		64	19			41	12			37	11		
5.080	105.5	86	25	24.4	23.2	56	17	16.3	15.4	46	14	14.0	13.3
6.350		102	30			68	20			58	17		
7.620		114	33			80	23			67	20		
10.160		131	38			95	28			75	22		
12.700		150	43			113	33			87	25		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635876

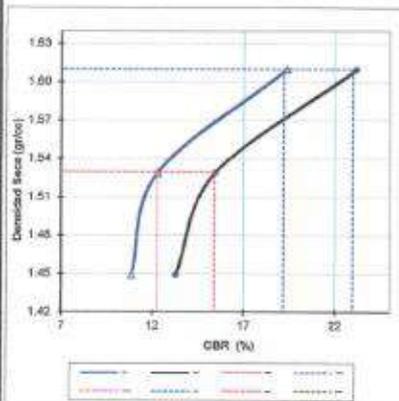
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretero Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 9+000  
**CALICATA** : C-10  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Leiza Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 20/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 19.2	0.2": 23.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 12.3	0.2": 15.4

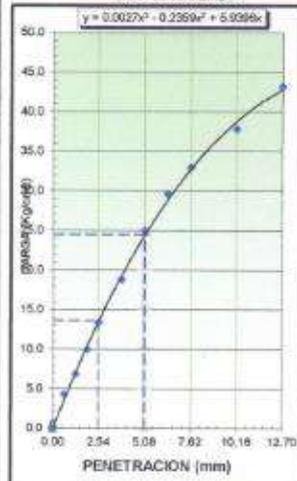
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.608	gr/cc
Optimo Humedad	22.27	%

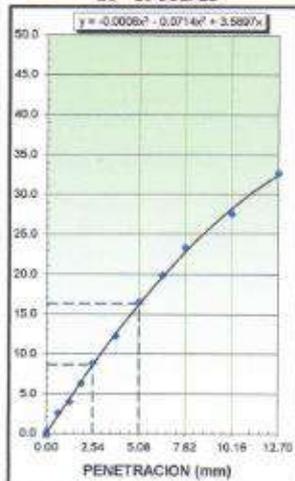
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

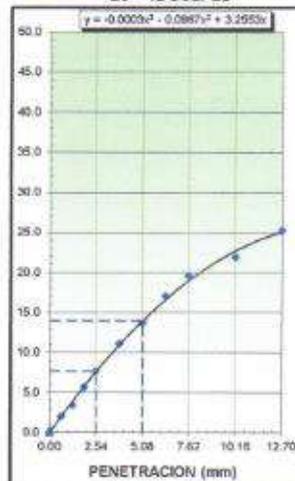
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Jairo Flores Pérez*  
Jairo Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78544



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-82

**PROYECTO :** Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca

**PROGRESIV. :** Km. 9+000

**CALICATA :** C-10

**MEZCLA :** Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA :** Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

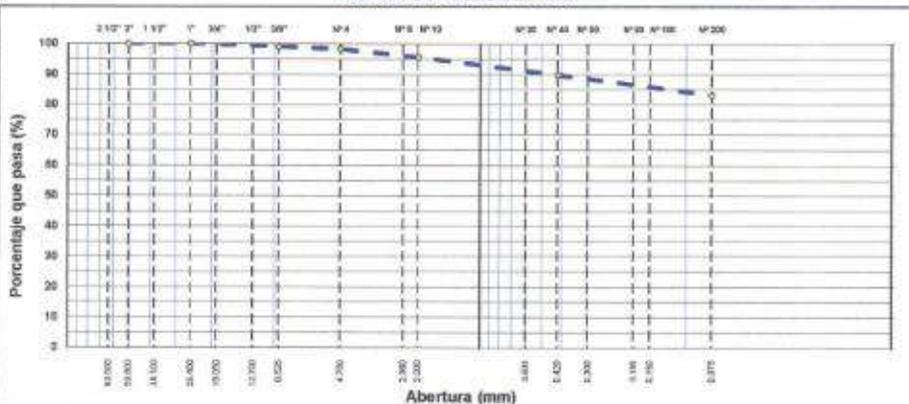
**TÉCNICO :** E.F.P.

**ING. RESP. :** J.A.L.V.

**FECHA :** Marzo - 2021

Tamiz	Abert. mm	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	620.0	gr
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	104.5	gr
2"	50.800					Peso fino	=	609.0	gr
1 1/2"	38.100					Límite líquido	=	42.6	%
1"	25.400					Límite plástico	=	27.6	%
3/4"	19.050				100.0	Índice plástico	=	14.9	%
1/2"	12.700	3.0	0.5	0.5	99.5	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	10
3/8"	9.525	2.0	0.3	0.8	99.2	Clasif. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.8	99.2	Max. Dens. Seca	=	1.583	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	6.0	1.0	1.8	98.2	Opt. Cont. Hum.	=	20.84	%
# 8	2.360	7.9	1.3	3.0	97.0	CBR 0.1" (100%)	=	19.9	%
# 10	2.000	8.5	1.4	4.4	95.6	CBR 0.1" (95%)	=	13.2	%
# 30	0.600	20.6	3.3	7.7	92.3	Ensayo Mala #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	15.0	2.4	10.2	89.9		620.0	104.5	83.1
# 50	0.300	8.0	1.3	11.4	88.6	% Grava	=	1.8	%
# 80	0.180	12.0	1.9	13.4	86.6	% Arena	=	15.1	%
# 100	0.150	12.0	1.9	15.3	84.7	% Fino	=	83.2	%
# 200	0.075	9.5	1.5	16.9	83.2	% Humedad	P.S.H	P.S.S	%
< # 200	FONDO	515.5	83.1	100.0	0.0		243.8	181.3	34.6%
FINO		609.0				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
TOTAL		620.0				Coef. Curvatura	=	-	8.5
Descripción suelo:						Por. de Expansión	=	-	Blando

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b> : Km. 9+000	<b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V.
<b>CALICATA</b> : C-10	<b>FECHA</b> : Marzo - 2021
<b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 4.5% de yeso	
<b>TESISTA</b> : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores	

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.00	37.02	37.12
TARRO + SUELO SECO	29.05	28.90	29.30
AGUA	7.95	8.12	7.82
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	18.91	18.85	17.29
% DE HUMEDAD	42.04	43.54	45.23
N° DE GOLPES	28	21	14

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.36	27.00
TARRO + SUELO SECO	23.33	23.80
AGUA	3.03	3.20
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	10.87	11.58
% DE HUMEDAD	27.87	27.63



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	42.6
Límite Plástico	27.8
Índice Plástico	14.9

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
Eduy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Lavero Valera*  
José A. Lavero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTG E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Marzo - 2021

### COMPACTACIÓN

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NUMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

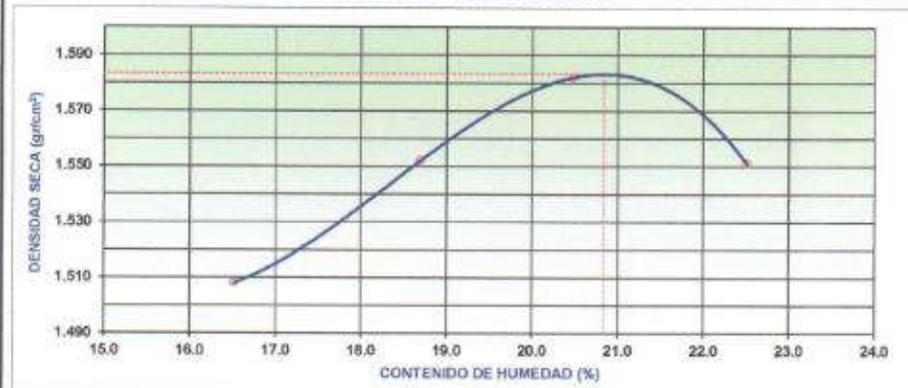
**NUMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5720	5800	5880	5855
PESO DE MOLDE (gr)	4065	4065	4065	4065
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1655	1735	1795	1790
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	942	942	942	942
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.757	1.842	1.906	1.800
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.508	1.552	1.582	1.551

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	343.3	337.0	332.0	326.5
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	56.7	63.0	68.0	73.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	343.3	337.0	332.0	326.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.52	18.69	20.48	22.51
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.583	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		20.8

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Cuervo Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 20/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.883 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.8 %

CAPACIDAD : 6000 Kg

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	19	20	21
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12178	11854	11547
Peso de molde (gr)	8115	8033	7994
Peso del suelo húmedo (gr)	4063	3831	3553
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2112	2105	2113
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.924	1.820	1.729
Humedad (%)	21.02	20.48	20.82
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.590	1.511	1.431
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	300.0	300.0	300.0
Tarro + Suelo seco (gr)	247.9	249.0	248.3
Peso del Agua (gr)	52.1	51.0	51.7
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	247.9	249.0	248.3
Humedad (%)	21.02	20.48	20.82
Promed. de Humedad (%)	21.0	20.5	20.8

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/03/2021	09:00:00	24	52.0	1.3	1.1	95.0	2.4	2.1	99.0	2.3	1.9
22/03/2021	09:00:00	48	72.0	1.8	1.8	112.0	2.8	2.4	132.0	3.4	2.9
23/03/2021	09:00:00	88	90.0	2.3	2.0	126.0	3.2	2.7	158.0	4.0	3.4
24/03/2021	09:00:00	96	104.0	2.8	2.3	140.0	3.8	3.0	159.0	4.0	3.5

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 19				MOLDE N° 20				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		10	3			8	3			4	2		
1.270		25	8			15	5			9	3		
1.905		36	11			23	7			16	5		
2.540	70.3	48	14	14.4	20.5	30	9	9.5	13.5	23	7	7.2	10.2
3.810		68	20			45	13			35	11		
5.080	105.5	89	26	25.4	24.1	60	18	17.4	16.5	45	13	13.4	12.7
6.350		105	30			73	21			56	17		
7.620		117	34			83	24			65	19		
10.160		134	39			98	28			74	22		
12.700		154	44			115	33			87	25		

INGEONORT S.A.C.

*Eisy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983835676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 9+000

**CALICATA** : C-10

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

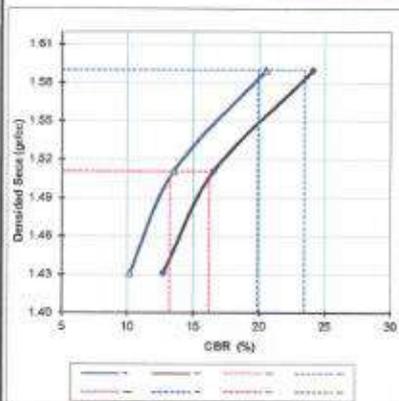
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 20/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 19.9	0.2": 23.4
C.B.R. Al 99% De M.D.S. (%)	0.1": 13.2	0.2": 16.2

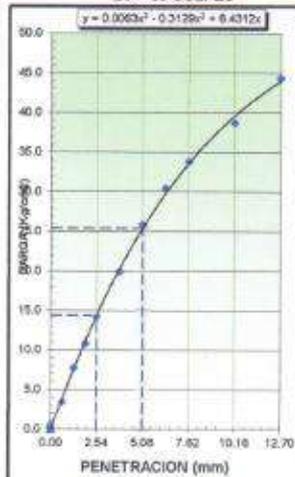
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.583	gr/cc
Óptimo Humedad	20.84	%

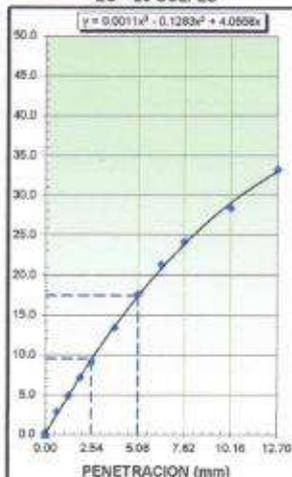
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

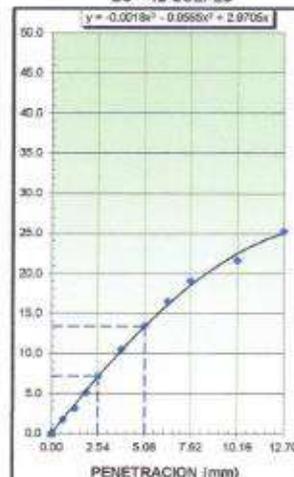
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Bucuro Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Begure, Jair Ronaldo Zegarra Flores

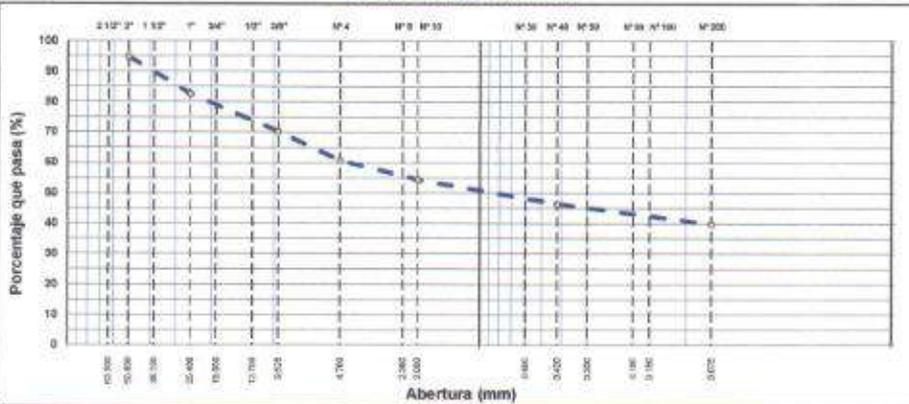
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76 200					Peso total	=	6,135.0	gr
2 1/2"	63 500				100.0	Peso lavado	=	3698.9	gr
2"	50 800	315.0	5.1	5.1	94.9	Peso fino	=	530.1	gr
1 1/2"	38 100	458.0	7.5	12.6	87.4	Límite líquido	=	41.4	%
1"	25 400	295.0	4.8	17.4	82.6	Límite plástico	=	21.9	%
3/4"	19 050	191.0	3.1	20.5	79.5	Índice plástico	=	19.5	%
1/2"	12 700	388.0	6.3	26.8	73.2	Clasif. AASHTO	=	A-7-6	(3)
3/8"	9 525	179.0	2.9	29.8	70.2	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6 350	0.0	0.0	29.8	70.2	Max. Dens. Seco	=	1,815	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4 760	581.0	9.5	39.2	60.8	Dgt. Cont. Hum.	=	14.32	%
# 8	2 360	31.1	3.6	42.8	57.2	CBR 0.1" (100%)	=	26.4	%
# 10	2 000	24.2	2.8	45.6	54.4	CBR 0.1" (95%)	=	21.7	%
# 30	0 600	51.7	5.9	51.5	48.5	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0 420	17.1	2.0	53.5	46.5		6135.0	3698.9	39.7
# 50	0 300	10.9	1.2	54.7	45.3	% Grava	=	39.2	%
# 80	0 180	13.2	1.5	56.2	43.8	% Arena	=	21.1	%
# 100	0 150	10.4	1.2	57.4	42.6	% Fino	=	39.7	%
# 200	0 075	25.1	2.9	60.3	39.7	% Humedad	P.S.H	P.S.S	%
< # 200	FONDO	346.4	39.7	100.0	0.0		236.7	200.0	18.4%
<b>FRACCIÓN</b>		530.1				Coef. Uniformidad	=	-	Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		6,135.0				Coef. Curvatura	=	-	1.3
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=	Medio	Estable

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.  
*[Signature]*  
 José A. Lucero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

LÍMITES DE ATTERBERG  
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zagarra Flores

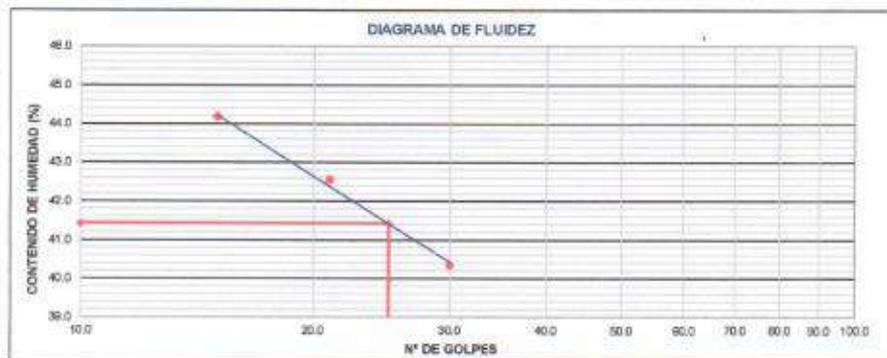
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Febrero - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO	38.85	38.30	38.72
TARRO + SUELO SECO	30.51	29.91	30.01
AGUA	8.14	8.39	8.71
PESO DEL TARRO	10.33	10.18	10.29
PESO DEL SUELO SECO	20.18	19.72	19.72
% DE HUMEDAD	40.34	42.55	44.17
N° DE GOLPES	30	21	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HUMEDO	27.49	27.69
TARRO + SUELO SECO	24.42	24.51
AGUA	3.07	3.18
PESO DEL TARRO	10.15	10.25
PESO DEL SUELO SECO	14.27	14.26
% DE HUMEDAD	21.51	22.30



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	41.4
Límite Plástico	21.9
Índice Plástico	19.5

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTD E 116 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

### COMPACTACIÓN

**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : "A"

**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25

**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10799	11086	11069	10968
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4092	4379	4362	4261
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.836	2.071	2.063	2.016
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.727	1.815	1.776	1.705

### CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	356.8	350.5	344.3	338.3
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	43.2	49.5	55.7	61.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	356.8	350.5	344.3	338.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.11	14.12	16.18	18.24
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.815	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.3

### CURVA DE COMPACTACIÓN



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Lelia Tenorio Segura*  
Lelia Tenorio Segura  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76164



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 21/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.815 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.3 %

CAPACIDAD : 6000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	24	23	22
Molde N°	24	23	22
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
<b>Cond. de la muestra</b>	<b>NO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO</b>
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12546	12334	12102
Peso de molde (gr)	8186	8207	8162
Peso del suelo húmedo (gr)	4360	4127	3940
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106	2104	2111
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.070	1.962	1.866
Humedad (%)	14.38	14.08	14.57
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.810	1.720	1.629
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	306.0	306.8	305.5
Peso del Agua (gr)	44.0	43.2	44.5
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	306.0	306.8	305.5
Humedad (%)	14.38	14.08	14.57
Promed. de Humedad (%)	14.4	14.1	14.6

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/03/2021	09:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/03/2021	09:00:00	24	88.0	2.2	1.9	111.0	2.8	2.4	101.0	2.6	2.2
23/03/2021	09:00:00	48	110.0	2.8	2.4	122.0	3.1	2.7	112.0	2.8	2.4
24/03/2021	09:00:00	66	116.0	2.9	2.5	131.0	3.3	2.8	153.0	3.9	3.3
25/03/2021	09:00:00	96	125.0	3.2	2.7	145.0	3.7	3.2	167.0	4.2	3.6

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 24				MOLDE N° 23				MOLDE N° 22			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		23	7			15	5			10	3		
1.270		39	12			26	8			23	7		
1.905		49	15			38	11			33	10		
2.540	70.3	62	18	18.4	26.1	63	16	15.1	21.5	44	13	12.8	16.2
3.810		83	24			73	21			60	18		
5.080	105.5	105	30	30.5	29.0	89	25	25.0	24.6	75	22	22.4	21.2
6.350		118	34			101	29			90	26		
7.620		137	40			116	34			103	30		
10.160		160	46			143	41			116	34		
12.700		181	52			162	47			128	37		

INGEONORT S.A.C.

*Elio Flores Perez*  
 Elio Flores Perez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Huera Valera*  
 Jose A. Huera Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

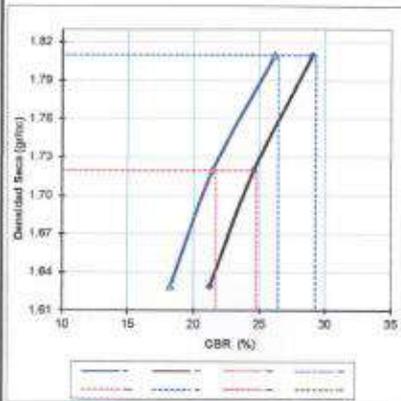
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**GRAFICOS CBR**

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 1.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 21/03/2021

**GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR**



**RESULTADOS:**

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 26.4	0.2": 29.3
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 21.7	0.2": 24.8

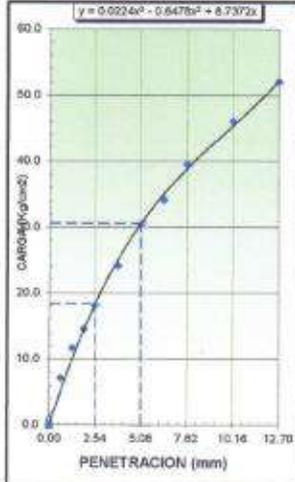
**Datos del Proctor**

Max. Dens. Seca	1.815	g/cm³
Óptimo Humedad	14.32	%

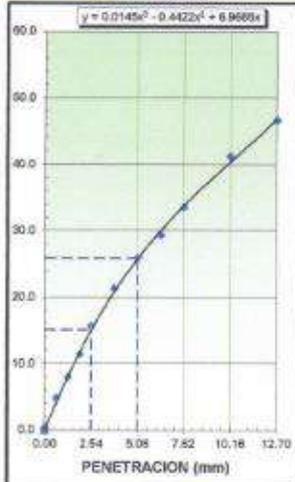
**Observaciones:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

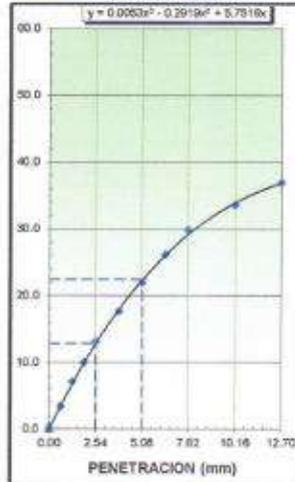
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valera*  
 Jose A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 16344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTC E 197, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-82

**PROYECTO** : Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca\*

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

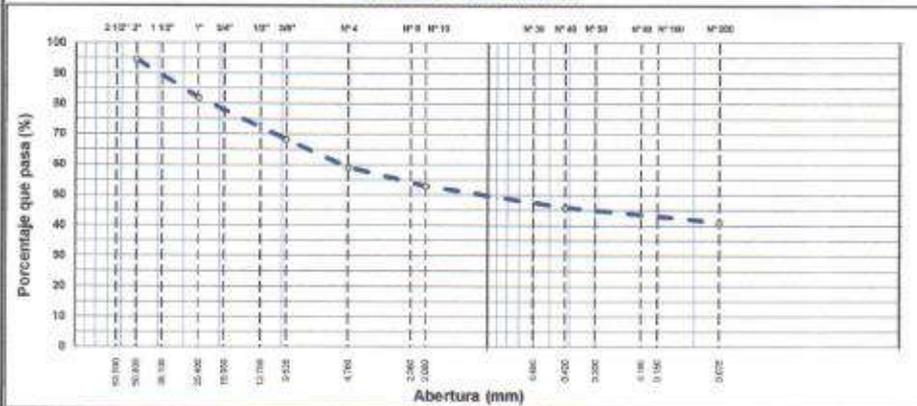
**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.120,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	3807,4	gr
2"	50.800	328,0	5,4	5,4	94,6	Peso fino	=	535,8	gr
1 1/2"	38.100	451,0	7,4	12,7	87,3	Límite líquido	=	38,9	%
1"	25.400	323,0	5,3	18,0	82,0	Límite plástico	=	23,2	%
3/4"	19.050	165,0	2,7	20,7	79,3	Índice plástico	=	18,6	%
1/2"	12.700	415,0	6,8	27,5	72,5	Clasif. AASHTO	=	A-6	[3]
3/8"	9.525	262,0	4,3	31,8	68,2	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	31,8	68,2	Max. Dens. Seca	=	1.828	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.750	559,0	9,1	40,9	59,1	Opt. Cont. Hum.	=	12,85	%
# 8	2.360	28,3	3,1	44,0	56,0	CBR 0.1" (100%)	=	27,7	%
# 10	2.000	27,1	3,0	47,0	53,0	CBR 0.1" (95%)	=	22,9	%
# 30	0.600	43,2	4,8	51,8	48,2	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 40	0.420	20,6	2,3	54,1	46,0		5120,0	3807,4	41,1
# 50	0.300	10,7	1,2	55,2	44,8	% Grava	=	40,9	%
# 80	0.180	13,9	1,5	56,8	43,2	% Arena	=	18,0	%
# 100	0.150	7,1	0,8	57,5	42,5	% Fino	=	41,1	%
# 200	0.075	12,7	1,4	58,9	41,1	% Humedad	P.S.H	P.S.S	%
< # 200	FONDO	372,2	41,1	100,0	0,0		236,7	200,0	18,4%
<b>FRACCIÓN</b>		535,8				Coef. Uniformidad	=		Índice de Consistencia
<b>TOTAL</b>		6.120,0				Coef. Curvatura	=		1,3
<b>Descripción suelo:</b>						Por. de Expansión	=		Estable

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 75344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-99 Y T-90

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0-000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso  
**TESISTA** : Lella Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

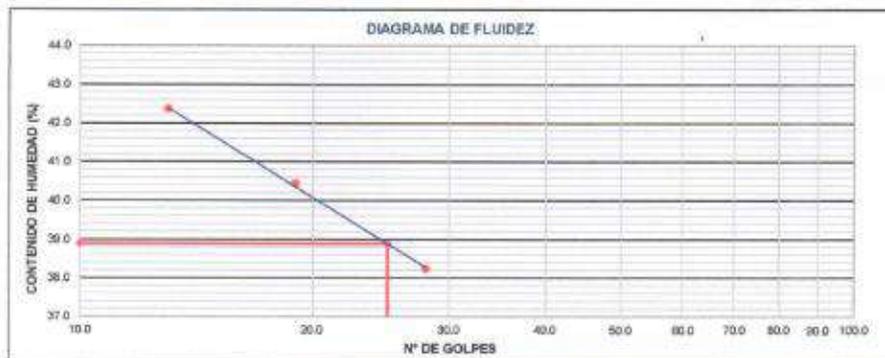
**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Febrero - 2021

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.22	35.50	36.54
TARRO + SUELO SECO	28.99	28.91	28.69
AGUA	7.23	7.59	7.85
PESO DEL TARRO	10.08	10.14	10.16
PESO DEL SUELO SECO	18.91	18.77	18.53
% DE HUMEDAD	38.23	40.44	42.38
N° DE GOLPES	28	19	13

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	9	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.03	27.15
TARRO + SUELO SECO	23.85	23.95
AGUA	3.18	3.20
PESO DEL TARRO	10.19	10.16
PESO DEL SUELO SECO	13.66	13.79
% DE HUMEDAD	23.28	23.21



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	38.9
Límite Plástico	23.2
Índice Plástico	15.6

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

PROYECTO : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

PROGRESIV. : Km. 10+000

CALICATA : C-11

MEZCLA : Suelo natural + 3.0% de yeso

TESISTA : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Febrero - 2021

**COMPACTACIÓN**

METODO DE COMPACTACION : "A"

NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 25

NUMERO DE CAPAS : 5

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10827	10851	11067	10943
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3920	4144	4360	4236
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.854	1.960	2.062	2.004
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.705	1.772	1.828	1.744

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	367.9	361.5	354.5	348.1
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	32.1	38.5	45.5	51.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	367.9	361.5	354.5	348.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.73	10.65	12.83	14.91
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.828	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.9	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Eloy Flores Pérez*  
Eloy Flores Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valero*  
José A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 28344



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 3.0% de yeso

**TESISTA** : Leifa Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 21/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.828 g/cm<sup>3</sup>

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.9 %

CAPACIDAD : 5000 Kg.

ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**  
 MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

	3	2	1
Molde N°	3	2	1
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12644	12181	12001
Peso de molde (gr)	8281	8040	8095
Peso del suelo húmedo (gr)	4363	4141	3906
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2120	2117
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.060	1.953	1.845
Humedad (%)	13.01	12.79	12.47
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.823	1.732	1.640
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	309.7	310.3	311.2
Peso del Agua (gr)	40.3	39.7	38.8
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	309.7	310.3	311.2
Humedad (%)	13.01	12.79	12.47
Promed. de Humedad (%)	13.0	12.8	12.5

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/03/2021	10:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/03/2021	10:00:00	24	74.0	1.9	1.6	90.0	2.3	2.0	90.0	2.3	2.0
23/03/2021	10:00:00	48	97.0	2.5	2.1	110.0	2.8	2.4	100.0	2.5	2.2
24/03/2021	10:00:00	88	102.0	2.6	2.2	119.0	3.0	2.6	141.0	3.8	3.1
25/03/2021	10:00:00	96	111.0	2.8	2.4	132.0	3.4	2.9	162.0	3.9	3.3

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		22	7			14	5			8	3		
1.270		43	13			27	8			25	8		
1.905		64	16			41	12			35	11		
2.540	70.3	65	19	19.3	27.4	55	16	16.0	22.7	46	14	13.3	18.9
3.810		84	24			75	22			62	18		
5.080	105.5	108	31	32.2	30.5	95	28	27.2	25.8	77	22	23.1	21.9
6.350		127	37			107	31			92	27		
7.620		146	42			123	36			106	31		
10.160		162	47			138	40			118	34		
12.700		181	52			154	44			130	38		

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
 Jair Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Lucero Valera*  
 José A. Lucero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

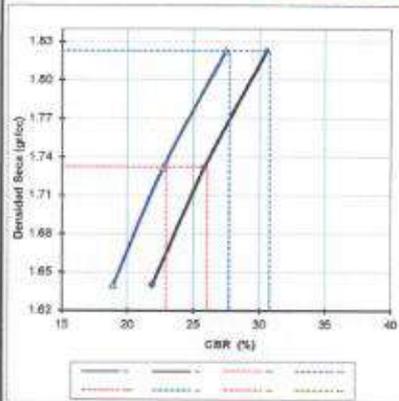
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

<b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca" <b>PROGRESIV.</b> : Km. 10+000 <b>CALICATA</b> : C-11 <b>MEZCLA</b> : Suelo natural + 3.0% de yeso <b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zeqarra Flores	<b>TÉCNICO</b> : E.F.P. <b>ING. RESP.</b> : J.A.L.V. <b>FECHA</b> : 21/03/2021
--	--

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 27.7	0.2": 30.8
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 22.9	0.2": 26.1

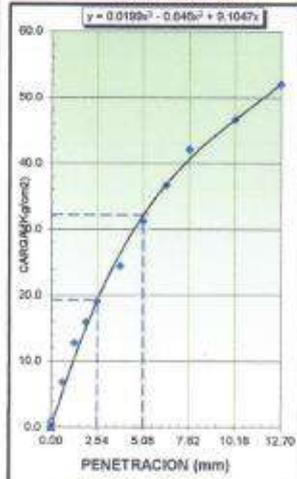
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Secca	1.828	gr/cc
Óptimo Humedad	12.85	%

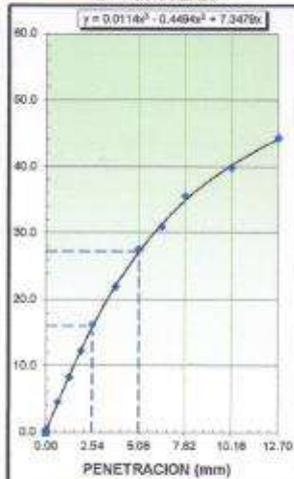
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

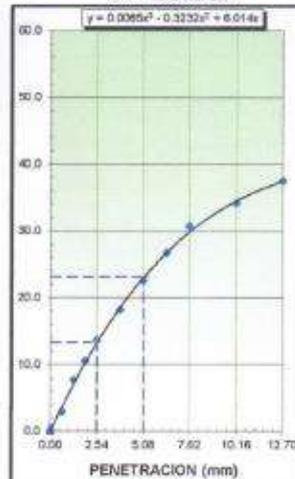
#### EC = 56 GOLPES



#### EC = 25 GOLPES



#### EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

*Erick Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Quevedo Valera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTG E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-89

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.

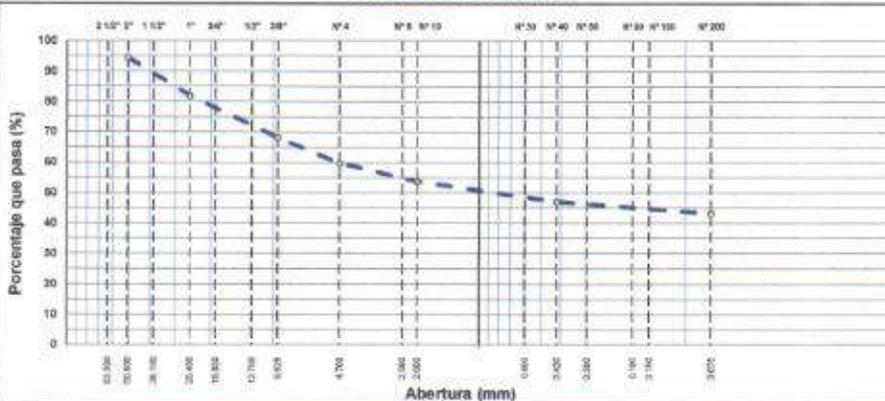
**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : Febrero - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					Peso total	=	6.150,0	gr
2 1/2"	63.500				100,0	Peso lavado	=	3492,6	gr
2"	50.800	339,0	5,5	5,5	94,5	Peso fino	=	525,7	gr
1 1/2"	38.100	438,0	7,1	12,6	87,4	Limite liquido	=	37,3	%
1"	25.400	333,0	5,4	18,0	82,0	Limite plastico	=	23,9	%
3/4"	19.050	179,0	2,9	21,0	79,1	Indice plastico	=	13,4	%
1/2"	12.700	387,0	6,3	27,2	72,8	Clasif. AASHTO	=	A-6	3
3/8"	9.525	285,0	4,6	31,9	68,1	Clasif. SUCCS	=	GC	
1/4"	6.350	0,0	0,0	31,9	68,1	Max. Dens. Seca	=	1,601	(gr/cm <sup>3</sup> )
# 4	4.760	512,0	8,3	40,2	59,8	Cof. Cont. Hum.	=	11,81	%
# 8	2.360	25,4	2,9	43,1	56,9	CBR 0.1" (100%)	=	29,9	%
# 10	2.000	27,4	3,1	46,2	53,8	CBR 0.1" (25%)	=	24,2	%
# 30	0.600	35,4	4,0	50,2	49,8	Ensayo Mata #200	P.S. Deco.	P.S. Lavado	M 200
# 40	0.420	22,8	2,6	52,8	47,2		6150,0	3492,0	43,2
# 50	0.300	14,5	1,6	54,5	45,5	% Grava	=	40,2	%
# 80	0.180	9,1	1,0	55,5	44,5	% Arena	=	16,6	%
# 100	0.150	5,7	0,6	56,2	43,8	% Fino	=	43,2	%
# 200	0.075	5,5	0,6	56,8	43,2	% Humedad	P.B.H.	P.S.S	%
< # 200	FONDO	379,9	43,2	100,0	0,0		236,7	200,0	18,4%
FRACCIÓN		525,7				Cof. Uniformidad	=		Indice de Consistencia
TOTAL		6.150,0				Cof. Carotura	=		1,4
						Por. de Expansión	=		Estable

Descripción suelo:

### CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*Jair Ronaldo Zegarra Flores*  
**Jair Flores Pérez**  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Valero*  
**José A. Valero**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**LIMITES DE ATTERBERG**

NTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4316 - AASHTO T-69 Y T-90

<b>PROYECTO</b>	: "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanco km. (0+000 - 10+100), Tacabamba Cajamarca"	<b>TÉCNICO</b>	: E.F.P.
<b>PROGRESIV.</b>	: Km. 10+000	<b>ING. RESP.</b>	: J.A.L.V.
<b>CALICATA</b>	: C-11	<b>FECHA</b>	: Febrero - 2021
<b>MEZCLA</b>	: Suelo natural + 4.5% de yeso		
<b>TESISTA</b>	: Laila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores		

**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	11	12	13
TARRO + SUELO HÚMEDO	39.85	39.90	39.67
TARRO + SUELO SECO	31.91	31.66	31.66
AGUA	7.94	8.24	8.01
PESO DEL TARRO	10.14	10.25	12.01
PESO DEL SUELO SECO	21.77	21.41	19.65
% DE HUMEDAD	36.47	38.49	40.76
N° DE GOLPES	29	20	13

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	14	15
TARRO + SUELO HÚMEDO	26.98	26.75
TARRO + SUELO SECO	24.15	23.98
AGUA	2.83	2.77
PESO DEL TARRO	12.46	12.22
PESO DEL SUELO SECO	11.69	11.76
% DE HUMEDAD	24.21	23.55



**Constantes físicas de las muestras**

Límite Líquido	37.3
Límite Plástico	23.9
Índice Plástico	13.4

**Observ.:**

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Nuero Valero  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.F. N° 78344



**INGEONORT S.A.C**  
Ingeniería Geotécnica  
Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO**

MTD E 115 - ASTM D 1557

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : Febrero - 2021

**COMPACTACIÓN**

**METODO DE COMPACTACIÓN** : "A"  
**NÚMERO DE GOLPES POR CAPA** : 25  
**NÚMERO DE CAPAS** : 5

NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	10701	10952	10945	10867
PESO DE MOLDE (gr)	6707	6707	6707	6707
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	3994	4245	4238	4160
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.889	2.008	2.005	1.968
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.726	1.801	1.786	1.706

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	400.0	400.0	400.0	400.0
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	365.4	358.8	352.3	346.7
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE AGUA (gr)	34.6	41.2	47.7	53.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	365.4	358.8	352.3	346.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.47	11.48	13.54	15.37
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.801</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>11.6</b>	

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



**Observ.:** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

*May Floris Pérez*  
May Floris Pérez  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*José A. Luero Valera*  
José A. Luero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. N° 76544



**INGEONORT S.A.C**  
**Ingeniería Geotécnica**  
 Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

**PROYECTO** : "Evaluación técnica económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"  
**PROGRESIV.** : Km. 10+000  
**CALICATA** : C-11  
**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso  
**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO** : E.F.P.  
**ING. RESP.** : J.A.L.V.  
**FECHA** : 21/03/2021

**DATOS DEL PROCTOR**

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.801 g/cm<sup>3</sup>  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.6 %

CAPACIDAD : 5000 Kg  
 ANILLO : 1

**ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	6	5	4
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO	SATURADO	NO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12570	12181	12022
Peso de molde (gr)	8335	8159	8230
Peso del suelo húmedo (gr)	4235	4022	3792
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2108	2110
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.010	1.908	1.797
Humedad (%)	11.93	11.82	11.18
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.796	1.706	1.616
Tarro N°	S/N	S/N	S/N
Tarro + Suelo húmedo (gr)	350.0	350.0	350.0
Tarro + Suelo seco (gr)	312.7	313.0	314.8
Peso del Agua (gr)	37.3	37.0	35.2
Peso del tarro (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del suelo seco (gr)	312.7	313.0	314.8
Humedad (%)	11.93	11.62	11.18
Promed. de Humedad (%)	11.9	11.8	11.2

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/03/2021	11:00:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/03/2021	11:00:00	24	60.0	1.5	1.3	75.0	1.9	1.6	86.0	2.2	1.9
23/03/2021	11:00:00	48	82.0	2.1	1.8	94.0	2.4	2.0	86.0	2.2	1.9
24/03/2021	11:00:00	66	86.0	2.2	1.9	105.0	2.7	2.3	127.0	3.2	2.8
25/03/2021	11:00:00	96	86.0	2.4	2.1	117.0	3.0	2.5	138.0	3.5	3.0

**PENETRACIÓN**

PENETRACION mm.	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		24	7			18	5			14	5		
1.270		41	12			30	9			26	8		
1.905		56	17			44	13			37	11		
2.540	70.3	75	22	20.7	29.5	55	16	16.8	23.9	49	15	14.3	20.4
3.810		91	26			80	23			67	20		
5.080	105.5	118	34	34.4	32.6	99	29	28.5	27.1	82	24	24.4	23.2
6.350		134	39			113	33			97	26		
7.620		153	44			129	37			110	32		
10.160		174	50			144	42			123	36		
12.700		192	55			163	47			136	39		

INGEONORT S.A.C.

*J. Flores Pérez*  
 J. Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*J. A. Guerrero Valera*  
 José A. Guerrero Valera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### GRAFICOS CBR

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIV.** : Km. 10+000

**CALICATA** : C-11

**MEZCLA** : Suelo natural + 4.5% de yeso

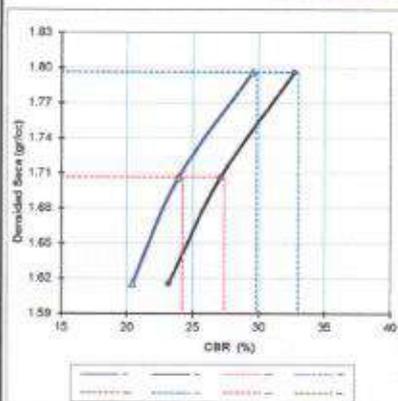
**TESISTA** : Lelia Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores.

**TÉCNICO** : E.F.P.

**ING. RESP.** : J.A.L.V.

**FECHA** : 21/03/2021

### GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR



#### RESULTADOS:

C.B.R. Al 100% De M.D.S. (%)	0.1": 29.6	0.2": 33.0
C.B.R. Al 95% De M.D.S. (%)	0.1": 24.2	0.2": 27.4

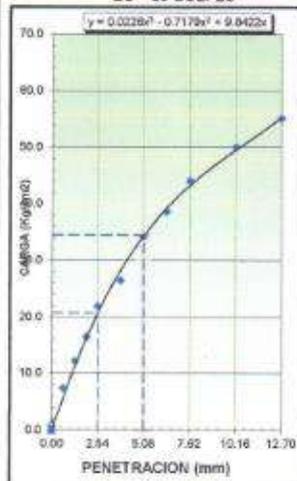
#### Datos del Proctor

Max. Dens. Seca	1.801	gr/cc
Optimo Humedad	11.61	%

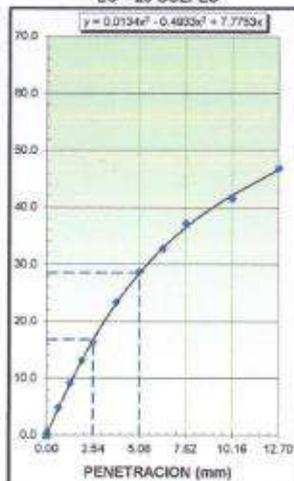
#### Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

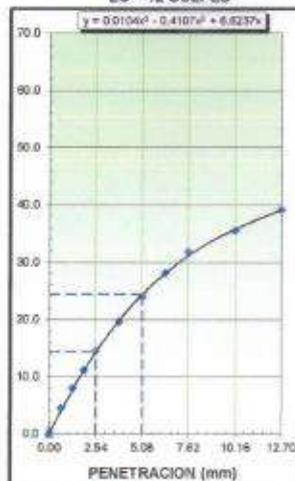
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



INGEONORT S.A.C.

Jair Ronaldo Zegarra Flores  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Guerrero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76544

**Peso específico del suelo natural.**

	<h1 style="margin: 0;">INGEONORT S.A.C</h1> <h2 style="margin: 0;">Ingeniería Geotécnica</h2> <p style="margin: 0;">Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676</p>					
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO</b>						
<b>PESO ESPECIFICO DEL SUELO</b> <small>(NORMA ASTM D 854)</small>						
<p><b>PROYECTO</b> : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"</p> <p><b>PROGRESIVA</b> : Km. 0+000 - Km. 5.000</p> <p><b>CALICATA</b> : De C-1 al C-6</p> <p><b>MUESTRA</b> : Suelo natural (0.10 m - 1.50 m)</p> <p><b>TESISTA</b> : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores</p>	<p><b>TÉCNICO</b> : E.F.P.</p> <p><b>ING° RESP.</b> : J.A.L.V.</p> <p><b>FECHA</b> : Marzo - 2021</p>					
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>						
DESCRIPCIÓN	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Progresiva	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000
Peso Específico (gr/cc)	2.556	2.549	2.468	2.461	2.567	2.558
Observaciones: <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>						
<small>Reg. INDECOPÍ N° 08076262</small>						

**INGEONORT S.A.C.**  
  
 Jair Ronaldo Zegarra Flores  
 LABORATORISTA

**INGEONORT S.A.C.**  
  
 J.A.L.V.  
 INGENIERO CIVIL  
 C. LP N° 76344



# INGEONORT S.A.C

## Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO**

### PESO ESPECIFICO DEL SUELO

(NORMA ASTM D 354)

**PROYECTO** : "Evaluación técnico económica de aglomerantes naturales para estabilización de suelos cohesivos, carretera Peña Blanca km. (0+000 - 10+100) Tacabamba Cajamarca"

**PROGRESIVA** : Km. 6+000 - Km. 10+000

**CALICATA** : De C-7 al C-11

**MUESTRA** : Suelo natural (0.10 m - 1.50 m)

**TESISTA** : Leila Tenorio Segura, Jair Ronaldo Zegarra Flores

**TÉCNICO E.F.P.**

**ING° RESP.** J.A.L.V.

**FECHA** Marzo - 2021

### DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11
Progresiva:	6+000	7+000	8+000	9+000	10+000
Peso Específico (gr/cc.)	2.421	2.431	2.474	2.465	2.545

Observaciones:

Reg. INDECOP: N° 00076352

INGEONORT S.A.C.

J.R. Flores Pérez  
LABORANTISTA

INGEONORT S.A.C.

Abe A. Lucero Valero  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344

# Ensayo de permeabilidad.

## PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE ASTM - D 2434

**SOLICITANTE** : LEILA TENORIO SEGURA, JAIR RONALDO ZEGARRA FLORES  
**PROYECTO** : EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS, CARRETERA PEÑA BLANCA (KM 0+000 - KM 10+100) TACABAMBA - CAJAMARCA  
**PROGRESIVA** : KM 2+000  
**CALICATA** : C - 3  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL + 5% CAL  
**FECHA** : MARZO - 2021

### Datos de Permeabilidad

		Unidad	
1	Longitud de la muestra = L	(cm)	12.00
2	Diámetro del molde	(cm)	10.80
3	Área del molde = A	(cm <sup>2</sup> )	91.61
4	Altura de carga hidráulica = h	(cm)	49.50
5	Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	1099.31

N°	Tiempo t (s)	Volumen Q (cm <sup>3</sup> )	Área Sección Transversal A (cm <sup>2</sup> )	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Coefficiente de Permeabilidad k (cm/s)
1	3270	21	91.61	12.0	49.50	1.3998E-05
2	3820	25	91.61	12.0	49.50	1.73167E-05
3	3390	23	91.61	12.0	49.50	1.52543E-05
4	3030	21	91.61	12.0	49.50	1.41405E-05
5	3910	22	91.61	12.0	49.50	1.48897E-05
6						
7						
8						
9						
10						

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD :  $K = 1.51203E-05$  cm/sog

INGENIORT S.A.C.

*Jairo Flores Pérez*  
 Jairo Flores Pérez  
 LABORATORISTA

INGENIORT S.A.C.

*José A. Lucero Votera*  
 José A. Lucero Votera  
 INGENIERO CIVIL  
 C. L. F. N° 70344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE ASTM - D 2434

SOLICITANTE : LEILA TENORIO SEGURA, JAIR RONALDO ZEGARRA FLORES  
PROYECTO : EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS,  
CARRETERA PEÑA BLANCA (KM 0+000 - KM 10+100) TACABAMBA - CAJAMARCA  
PROGRESIVA : KM 4+000  
CALICATA : C - 5  
MUESTRA : SUELO NATURAL + 5% CAL  
FECHA : MAR. 2021

### Datos de Permeabilidad

		Unidad	
1	Longitud de la muestra = L	(cm)	12.00
2	Diámetro del molde	(cm)	10.80
3	Área del molde = A	(cm <sup>2</sup> )	91.61
4	Altura de carga hidráulica = h	(cm)	49.50
5	Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	1099.31

N°	Tiempo t (s)	Volumen Q (cm <sup>3</sup> )	Área Sección Transversal A (cm <sup>2</sup> )	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Coefficiente de Permeabilidad k (cm/s)
1	1920	79	91.61	12.0	49.50	0.00010884
2	1890	85	91.61	12.0	49.50	0.000119013
3	1780	81	91.61	12.0	49.50	0.000120421
4	1850	84	91.61	12.0	49.50	0.000120156
5	1910	80	91.61	12.0	49.50	0.00011084
6						
7						
8						
9						
10						

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 0.000115863 cm/seg

INGEONORT S.A.C.

Jaír Flores Pérez  
INGENIERO EN GEOTECNIA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76244



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE ASTM - D 2434

SOLICITANTE : LEILA TENORIO SEGURA, JAIR RONALDO ZEGARRA FLORES  
PROYECTO : EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS,  
CARRETERA PEÑA BLANCA (KM 0+000 - KM 10+100) TACABAMBA - CAJAMARCA  
PROGRESIVA : KM 8+000  
CALICATA : C - 9  
MUESTRA : SUELO NATURAL + 5% CAL.  
FECHA : MAR 2021

### Datos de Permeabilidad

		Unidad	
1	Longitud de la muestra = L	(cm)	12.00
2	Diámetro del molde	(cm)	10.80
3	Area del molde = A	(cm <sup>2</sup> )	91.81
4	Altura de carga hidráulica = h	(cm)	49.50
5	Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	1099.31

N°	Tiempo t (s)	Volumen Q (cm <sup>3</sup> )	Area Sección Transversal A (cm <sup>2</sup> )	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Coefficiente de Permeabilidad K (cm/s)
1	4480	15	91.81	12.0	49.50	5.45106E-06
2	4810	18	91.81	12.0	49.50	9.90298E-06
3	4580	17	91.81	12.0	49.50	8.8226E-06
4	4950	18	91.81	12.0	49.50	9.6229E-06
5	4770	16	91.81	12.0	49.50	8.87647E-06
6						
7						
8						
9						
10						

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD :  $K = 8.53518E-06$  cm/seg

INGEONORT S.A.C.

*Ray Flores Pérez*  
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

*Jose A. Lucero Valero*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 76344



# INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

## PERMEABILIDAD DE CARGA CONSTANTE ASTM - D 2434

SOLICITANTE : LEILA TENORIO SEGURA, JAIR RONALDO ZEGARRA FLORES  
PROYECTO : EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE AGLOMERANTES NATURALES PARA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS,  
CARRETERA PEÑA BLANCA (KM 0+000 - KM 10+100) TACABAMBA - CAJAMARCA  
PROGRESIVA : KM 10+000  
CALICATA : C-11  
MUESTRA : SUELO NATURAL + 5% CAL  
FECHA : MAR. 2021

### Datos de Permeabilidad

		Unidad	
1	Longitud de la muestra = L	(cm)	12.00
2	Diámetro del molde	(cm)	10.80
3	Área del molde = A	(cm <sup>2</sup> )	91.61
4	Altura de carga hidráulica = h	(cm)	49.50
5	Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	1099.31

N°	Tiempo t (s)	Volumen Q (cm <sup>3</sup> )	Área Sección Transversal A (cm <sup>2</sup> )	Longitud de la muestra L (cm)	Altura de la carga hidráulica h (cm)	Coefficiente de Permeabilidad k (cm/s)
1	2440	122	91.61	12.0	49.50	0.000132315
2	2510	108	91.61	12.0	49.50	0.000113865
3	2490	98	91.61	12.0	49.50	0.000104151
4	2530	97	91.61	12.0	49.50	0.000101458
5	2520	101	91.61	12.0	49.50	0.000108062
6						
7						
8						
9						
10						

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 0.00011157 cm/seg

INGEONORT S.A.C.

*Eduardo Flores Pérez*  
Eduardo Flores Pérez  
LICENCIADO EN INGENIERÍA

INGEONORT S.A.C.

*José Al Lucero Valera*  
José Al Lucero Valera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 78344

## Certificación de la empresa.



### Registro de la Propiedad Industrial Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00075352

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 002397-2013/DSD - INDECOPI de fecha 21 de Febrero de 2013, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación INGEONORT S.A.C. y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto
Distingue	:	Supervisión de obras de construcción
Clase	:	37 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0502723-2012
Titular	:	INGEONORT S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	21 de Febrero de 2023
Tomo	:	377
Folio	:	152

  
PATRICIA GAMBOA VILELA  
Directora  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI





RUC N° 20488023897

**REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES****CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN  
PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA****INGEONORT SAC.**

Domiciliado en: AVENIDA PROGRESO OESTE 277 URBANIZACION LOS MOCHICAS  
/LAMBAYEQUE-CHICLAYO-CHICLAYO (Según Información declarada en la SUNAT)

*Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:*

**PROVEEDOR DE BIENES**

Vigencia : Desde 18/02/2017

**PROVEEDOR DE SERVICIOS**

Vigencia : Desde 18/02/2017

FECHA IMPRESIÓN: 13/07/2020

**Nota:**

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe) - opción [Verifique su inscripción](#).

[Retornar](#)[Imprimir](#)