



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Influencia de la cal y cemento tipo I en las propiedades de la subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Muñoz Torres, Jesús Giovanni

<https://orcid.org/0000-0001-7760-1259>

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2021

## **Dedicatoria**

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

### **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mi docente el Ing. Minaya y al técnico Raúl; quién con su vasta y extenso apoyo a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Índice de gráficos .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	12
3.2 Variables y Operacionalización .....	13
3.3 Población, muestra y muestreo .....	15
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	17
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Métodos de Análisis de Datos .....	19
3.7 Aspectos Éticos.....	19
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>V. DISCUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	15
<b>Tabla 2.</b> Número de Ensayos CBR.....	16
<b>Tabla 3.</b> Ensayos de laboratorio .....	18
<b>Tabla 4.</b> Resultado de los Ensayos en el Laboratorio de la muestra natural (P)	25
<b>Tabla 5.</b> Ensayo de Límite de Atterberg con la Incorporación de la CAL Y CM..	29
<b>Tabla 6.</b> Ensayo de Proctor Estándar con la Incorporación de la CAL Y CM .....	31
<b>Tabla 7.</b> Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la Incorporación de la CAL Y CM .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del Perú .....	20
<b>Figura 2.</b> Mapa de la Región de Lima.....	20
<b>Figura 3.</b> Mapa de la Provincia de Barranca .....	20
<b>Figura 4.</b> Localización de la Carretera de la Av. Toribio Luzuriaga .....	21
<b>Figura 5.</b> Calicata 1 .....	21
<b>Figura 6.</b> Calicata 2 .....	21
<b>Figura 7.</b> Calicata 3 .....	22
<b>Figura 8.</b> Muestra más 3% del CM .....	28
<b>Figura 9.</b> Ensayo de Límite de Atterberg .....	28
<b>Figura 10.</b> Muestra más 4.5% del CM .....	31
<b>Figura 11.</b> Ensayo de Proctor Estándar.....	31
<b>Figura 12.</b> Muestra más 6% del CM .....	35
<b>Figura 13.</b> Ensayo del CBR .....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-1 .....	22
<b>Gráfico 2.</b> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-2 .....	23
<b>Gráfico 3.</b> Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-3 .....	24
<b>Gráfico 4.</b> Límite de Atterberg de la muestra natural .....	26
<b>Gráfico 5.</b> Óptimo Contenido de Humedad de la muestra inicial .....	26
<b>Gráfico 6.</b> Máxima Densidad Seca de la muestra inicial .....	27
<b>Gráfico 7.</b> California Bearing Ratio (CBR) de la Muestra Inicial .....	27
<b>Gráfico 8.</b> Ensayo de Límite de Atterberg con la incorporación de la CAL .....	29
<b>Gráfico 9.</b> Ensayo de Límite de Atterberg con la incorporación del CM .....	30
<b>Gráfico 10.</b> Óptimo Contenido de Humedad (OCH) con la incorporación de la CAL .....	32
<b>Gráfico 11.</b> Óptimo Contenido de Humedad (OCH) con la incorporación del CM .....	33
<b>Gráfico 12.</b> Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de la CAL ....	33
<b>Gráfico 13.</b> Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación del CM .....	34
<b>Gráfico 14.</b> Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de la CAL .....	36
<b>Gráfico 15.</b> Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación del CM .....	37

## RESUMEN

En esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la cal y cemento tipo I en las propiedades de la subrasante en la Avenida toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor Estándar y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue Cuasi-Experimental, su tipo fue nivel correlacional, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar la cal (8%, 14% y 20%) y cemento tipo I (3%, 4.5% y 6%) fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del IP, se redujo de 3.5% a 2.5% al incorporar el 20% de cal y aumento con el 6% del cemento de 3.5% a 4.4%, el segundo objetivo específico fue determinar el aumento del OCH, se incrementó de 13.4% a 14.4% y 13.6% al incorporarle el 20% de cal y 6% del cemento, el tercer objetivo específico fue determinar el aumento del CBR, se incrementó el CBR al 95 % de un 8% a 16.2% y 18% al incorporarle el 20% de cal y 6% del cemento. Conclusión, la cal y cemento tipo I mejoraron las propiedades de la subrasante.

Palabras clave: cal, cemento tipo I, mejoramiento, subrasante.



## **ABSTRACT**

In this research, the general objective was to evaluate the influence of type I lime and cement on the properties of the subbase in Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; establishing the tests of granulometry, Atterberg limits, Standard Proctor and CBR. Formulating the methodology: its research design was Quasi-Experimental, its type was correlational level, with a quantitative approach. Its results according to the specific objectives when incorporating lime (8%, 14% and 20%) and type I cement (3%, 4.5% and 6%) were: the first specific objective was to determine the decrease in IP, it was reduced from 3.5% to 2.5% by incorporating 20% of lime and increase with 6% of cement from 3.5% to 4.4%, the second specific objective was to determine the increase in the OCH, it was increased from 13.4% to 14.4% and 13.6% by incorporating 20% lime and 6% of cement, the third specific objective was to determine the increase in CBR, the CBR was increased to 95% from 8% to 16.2% and 18% by incorporating 20% lime and 6% cement. Conclusion, lime and cement type I improved the properties of the subbase.

Keywords: lime, cement type I, improvement, subgrading.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Algunas carreteras no pavimentadas o trocha carrozable presentan problemas de perder su capacidad portante, a la vez la pérdida de agregados o como también expuestas a que estas sufran cambios dentro de sus propiedades, ya que no cuenta con una estructura superficial. Si se lograra mejorar las propiedades de la subrasante con estabilizantes, ocurrirían cambios dentro de la trocha carrozable, aparte de ello el costo y tiempo de diseño de las mismas.

A nivel Mundial, se han realizado diferentes construcciones de trochas carrozables y métodos de estabilización de terrenos para una gran mejora de sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, en los diversos países como: Colombia, Ecuador y Guatemala entre otros, que optaron varios aditivos o estabilizantes de suelos, por motivos sociales, ambientales y económicos, donde se buscó elevar su capacidad de resistencia, condiciones de plasticidad y durabilidad y disminuir el contenido de humedad.

Es importante señalar que, los defectos que se originen en la estructura de la trocha carrozable o vía no pavimentada, sean corregidos en la brevedad posible, ya que estos pueden ocasionar muchas vulnerabilidades, exponiendo a sufrir daños y pérdidas de materiales. Estos fueron disminuyendo con la incorporación de Estabilizantes como cemento, cal y cemento y Cal – Ceniza Volante y así evitar pérdidas de materiales y pérdida económicamente.

En el Perú, es importante contar con una vía de transporte transitable, resistente, trabajable y durable, además de contar con toda su vida útil y se encuentren en buen estado para garantizar un transporte seguro. En deterioro en las carreteras no pavimentadas o Trochas carrozables a nivel nacional incremento por diversos factores, es debido a un mal proceso constructivo, mala compactación del suelo, incrementos de cargas o cambios en las propiedades como la humedad o sustancias químicas, entre otras; asimismo es importante evaluar el mejoramiento de las trochas carrozables incorporando estabilizantes que aumente sus propiedades mecánicas de las mismas.

En los últimos años, con el surgimiento de innovadoras técnicas de mejoramiento como los estabilizantes que van mejorando las propiedades estructurales de la

trocha carrozable, una de las cuales es el Estabilizante con cal y Cemento donde sus propiedades son superiores por el aumento del CBR, capacidad de soporte y disminuye la humedad. En diversas zonas del Perú como Pasco, La Libertad (Provincia de Pataz), Trujillo encontramos diferentes tipos de suelos que fueron materia de estudio, incorporándose Estabilizantes como cal, aceite sulfonado y cemento portland tipo I y Cemento Portland Tipo I más Cal Hidratada donde muchas veces en muchos suelos tienen propiedades inadecuadas como alto contenido de humedad y plasticidad, lo que conlleva a realizar una estabilización físico-mecánica para proporcionar condiciones favorables.

El agua hoy en día y mucho antes ha sido fundamental para la vida humana, un recurso necesario para nuestra subsistencia. Aunque en el ámbito constructivo siempre es un recurso que también es necesario para la realización de las mezclas de muchos materiales, pero eso no quiere decir que, tampoco sea perjudicial, ya que en las construcciones afecta mayormente en el suelo modificando las propiedades de las mismas y también en la estructura como lo es en los pavimentos, ello nosotros los ingenieros nos vemos obligados a realizar contramedidas para evitar muchos daños en el entorno.

El distrito de Paramonga, se encuentra ubicada al norte de la capital de la provincia de Barranca, se encuentra sobre las llanuras, a 207 Km de distancia de la ciudad de Lima. Por lo frecuente el clima en verano es cálido y en invierno es frío y pocas veces llueve. Pero en casi la gran mayoría el riego para la cosecha de caña de azúcar y riachuelos, afectada a la trocha carrozable ya que va aumentando el contenido de humedad y plasticidad del terreno lo que provoca baches o hundimientos, pero a la vez se observó que hay un pequeño porcentaje de contaminación que también puede afectar dentro de las propiedades de las mismas, además de ello también se logró visualizar pérdidas de agregados en la superficie.

De acuerdo al tipo de problema encontrado, y observando el lugar con el transcurrir del tiempo la vía no pavimentada se verá muy afectado, tanto que ya se visualiza deterioro dentro de la trocha carrozable, como pérdida de agregados, baches, entre otros, y que va afectado en la transitabilidad de los vehículos automovilísticos. Por ello, se plantea la siguiente alternativa de incorporar estabilizantes como Cal y

Cemento Tipo I, con la finalidad de que proporcionen un gran aumento y mejoramiento en las propiedades mecánicas de la subrasante.

Formulación del Problema: Algunas de las partes de las carreteras no Pavimentada o Trochas carrozables del Distrito de Paramonga se encuentran en un nivel de daño intermedio con fallas visibles, pero que por necesidad los pobladores siguen haciendo el uso de las mismas, para poder transferirse de un lugar a otro; ante este requerimiento de uso y para evitar que se sigan produciendo fallas, posibles accidentes automovilísticos y contaminación, se plantea del uso de estabilizantes con Cal y Cemento Tipo I que logre disminuir su Índice de Plasticidad, aumentar su Óptimo Contenido de Humedad y aumentar el CBR

Es por ello que en la actual se ha planteado el siguiente *Problema General*: ¿De qué manera influye la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?.

Similarmente se plantearon los *Problemas Específicos*: ¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el Índice de Plasticidad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?; ¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el Óptimo Contenido de Humedad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?; ¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el CBR de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?

Se puede justificar la Investigación planteando nuevas alternativas de solución para mejorar la calidad de vida y trabajo realizado en dicha zona, además de ello, reutilizar investigaciones pasadas para ponerlas en practica y ver lo novedoso de su investigación, por otro lado, ver la parte normativa usada a la cual le ha dado buen sustento en la investigación para mejorar las propiedades de la subrasante: Justificación teórica, respecto al a variable independiente 1: Cal señala que, The lime comes from the incineration of limestone, these considerably improve properties such as resistance to compression, permeability, bearing capacity, among others.<sup>12</sup> Por otro lado, la variable independiente 2: Cemento Tipo I señala que, It is a fundamental construction material, resulting from the incineration of limestone, which forms a fine gray powder, this product is widely used in the construction field because it improves its properties.<sup>2</sup> Respecto a la variable

dependiente: Propiedades de la Subrasante nos indica que, It is the ones that supports all the weight that is transmitted to said route, by which it does not have to be affected, since it is the pillar of the entire structure. And if it shows any deterioration, stabilize it to improve its properties.<sup>20</sup> Justificación metodológica, esta metodología realizar nuestros objetivos de acuerdo a los estudios que se realizarán, con los instrumentos de medidas que se utilizaran para cada variable: Independiente 1: Cal, Independiente 2: Cemento tipo I y Dependiente: Propiedades de la subrasante, ambos dados en la carretera sin pavimentar de la Av. Toribio Luzuriaga, y conseguir la validez y confiabilidad de las variables, para así poder comprobar que el uso de la cal y cemento tipo I pueden mejorar las propiedades de subrasante. Justificación social, esta investigación beneficiará a la población del Distrito de Paramonga de la Av. Toribio Luzuriaga, tanto a las motos, autos, tractores entre otros. Justificación técnica, mediante la propuesta del uso de productos como la cal y cemento tipo I, se trata de dar solución al problema presentado, para mejorar la subrasante. Justificación ambiental, el uso de la cal y cemento tipo I en el mejoramiento de la subrasante tiene como propósito reducir los accidentes automovilísticos, evitar el levantamiento de polvo al transcurrir por esa carretera que perjudica a la salud, por otro lado, debemos considerar las normas y ensayos de laboratorio correspondientes.

En la siguiente investigación, se propone la *Hipótesis General*: La Cal y Cemento Tipo I mejorará las propiedades de la subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

Similarmente se plantearon las *Hipótesis Específicos*: La Cal y Cemento Tipo I disminuirá el Índice de Plasticidad en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; La Cal y Cemento Tipo I aumentará el Óptimo Contenido de Humedad en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; La Cal y Cemento Tipo I aumentará el CBR en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

También se planteó *Objetivo General*: Evaluar la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021. En forma similar se plantearon los *Objetivos Específicos*: Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el Índice de Plasticidad de la

Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el Óptimo Contenido de Humedad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021; Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el CBR de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional se tiene a: García, J. (2019) en su tesis tuvo como objetivo estudiar el comportamiento físico-mecánico de una mezcla suelo-cemento con la finalidad de aumentar la resistencia al suelo fino, su metodología empleada fue de tipo experimental, la población de estudio es el suelo con alto contenido de caolín en las vías terciarias de Colombia, donde se tomó como muestra suelo y en la cual se realizó una calita, % de cemento, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Ensayo de Proctor normal, Ensayo de Consistencia, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que con un 0% de cemento se tuvo un 17 % de Humedad, pero al incorporarle 4 % de cemento esta disminuye a 16.5 % Se concluye, que este producto disminuye la humedad y es observable que este productor su realiza un mejoramiento.<sup>5</sup>

Gonzales, J. (2014) en su tesis tuvo como objetivo determinar la mejoría de la ceniza volante y cal como estabilizante en el suelo cohesivo. La metodología empleada fue de tipo experimental, la población de estudio es el suelo finca El Refugio Escuintla, donde se tomó como muestra el suelo y en la cual se realizó la calita, % de la cal y ceniza volante, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Ensayo de Consistencia, Ensayo de Proctor modificado, Ensayo de CBR, Permeabilidad, entre otros. Los resultados obtenidos dicen que la cal con un 0% de cal tiene un %27.64 del IP, 3% de cal disminuye un % 15.90 del IP y el 5% de cal disminuye un %11.21 del IP. Se concluye que la utilización de cal y ceniza volante género una mejoría hasta cuatro veces del valor inicial de CBR a 95 %.<sup>11</sup>

Sánchez, M. (2014) en su tesis tuvo como objetivo estabilizar el suelo expansivo haciendo el uso de la cal y el cemento, para minimizar el hinchamiento del suelo. La metodología empleada fue de tipo experimental, la población de estudio es el suelo expansivo del Sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí, donde se tomó como muestra suelo y en la cual se realizó la calita, % de cal y cemento, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Ensayo de Consistencia, Ensayo de Proctor Estándar, entre otros. Los resultados obtenidos en el índice de plasticidad es que disminuyó un 11.5%, con el 9 % de cemento y con la cal disminuyó el hinchamiento del suelo al añadirle un 7% por lo que redujo

el 57%. Se concluye que el uso de la cal y cemento hacen un buen papel dentro de la disminución del índice de plasticidad e hinchamiento del suelo.<sup>25</sup>

A nivel nacional se tiene a: Gómez, A. y Silva, E. (2020) en su tesis tuvo objetivo determinar la influencia del aceite sulfonado y cemento portland tipo I como estabilizante, su metodología empleada fue de tipo experimental, la población de estudio es todo el suelo adyacente de la vía Huaylillas – Buldibuyo, donde se tomó como muestra suelo de la carretera y en la cual se realizó una calita por km, % de Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, Ensayo de límites de Atterberg, Ensayo de Proctor modificado, Ensayo de CBR y Ensayo de Compresión no confinada. Los resultados obtenidos es que se logró elevar el CBR de 5.8% a 103.8% en la subrasante y una resistencia a la compresión no confinada de 14.17 kg/cm<sup>2</sup> a 30.38 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye, que al utilizar el cemento portland tipo I más el aceite sulfonado como estabilizante eleva las propiedades del suelo.<sup>6</sup>

Moale, A. y Rivera, G. (2019), en su tesis tuvo como objetivo perfeccionar las propiedades de la subrasante, haciendo el uso estabilizante químico y la cal. La metodología empleada fue de tipo experimental con un estudio aplicada, la población de estudio está comprendida en el Suelo de la carretera Villa Rica-Oconal- Alto Cedropampa, donde se tomó como muestra el suelo de la carretera, se realizó la calicata y se extrajo 200 kg de suelo y el uso 9 %, 15% y 21% de cal, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como ensayos de granulometría, límite de consistencia, Proctor modificado, CBR, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que con el 15% de la cal, incrementó el CBR de un 3.3% a 5.9%, la máxima densidad seca fue de 1.89 g/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 13.40% a 14%. Se concluye que el CBR se aumentó 78.8%, esto significaba que el nuevo valor de CBR al 95% de la MDS para este suelo estabilizado fue de 5.9%.<sup>16</sup>

Rodriguez, V. y Silva, J. (2019), en su tuvo como objetivo hacer uso de estabilizantes para la mejoría de las características del suelo en la sub-base , su metodología empleada fue de estudio aplicada de nivel de conocimiento descriptivo, la población de estudio está comprendida en la vía del Centro Poblado



Alto Trujillo, El Porvenir – La Libertad, se tomó como muestra la Vía afirmada de 500 metros lineales, y se realizó 3 calicatas, 30% Cemento Portland Tipo I y 70% de la Cal Hidratada, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como ensayo de CBR, Ensayo de Proctor Modificado, Ensayo Granulométrico, ensayo de consistencia, entre otros. Los resultados obtenidos es que la máxima densidad seca fue 2.223 g/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 7.07 %, además el índice de plasticidad fue de 5.9%. Se concluye que estos dos estabilizadores mejoran un 29.5 % la capacidad de soporte en el suelo.<sup>21</sup>

En otro idiomas tenemos a: Kağan, Mehmet (2014) ) his research had as main objective is to reduce swelling of the expansive soil, The methodology is experimental, the population is the expansive soil, where the soil was taken as a sample and in which a calcite was made, cement kiln dust percentages, cement and lime, Instruments used were tests such as density test, consistency test, among others. The results were that the plasticity index increased the liquid limit with 3% of the cement kiln dust. The plasticity index decreased with 9% lime with a value of 35.8%. In conclusion, the plasticity index decreased with 3% of cement kiln dust, due to the increase of the liquid limit.<sup>14</sup>

Kumar, Sanjay (2012) his research had as main objective is to evaluate the effect of the high moisture content in the subgrade and to make an improvement to its making the use of cementitious materials. The methodology is experimental, the population is the soil, where the soil was taken as a sample and in which a calcite was made, percentages of lime and cement. instruments used were tests such as the resilient test, compaction characteristic, Unconfined compressive strength, Single-Stage permanent deformation test, Atterberg limit among others. The results showed that the soil treated with cement was + 1.3% and -1.5%, while the soil treated with lime + cement (additive) showed a maximum change of + 5.4% in OMC and a maximum change of -6 in MDD .5 %. In addition, lime increased the heavy clay OMC to 23.2%, while the MDD decreased by 6.8%. In conclusion, unlike high / high plasticity clays, silty soils are not suitable for lime stabilization. When only cement is used, the performance of medium-low plastic floors (PI <30) is better, and lime and / or lime + cement are required to stabilize high plastic floors.<sup>15</sup>

Soderlund, Olov (2018) their research aims to learn more about soil stabilization and gain a deeper understanding of how the lime and PetritT and the different parameters affect the increase in resistance. The methodology is quasi-experimental, the population is soft soil, where soil was taken as a sample and in which calcite, percentage of lime and PetritT were elaborated, the instruments used were tests such as the modified Proctor test, Consistency test, Natural organic content between others. The most comparative result of the UCS tests on prepared samples was that 7% lime increased the strength to 846 kPa, 7% PetritT to 157 kPa and both for a water content of 53% before the addition of each binder . The general conclusions that could be drawn from this study were that lime was found to be very effective in stabilizing soft clay and also PetritT, but mainly in the short term when a low binder content was tested.<sup>27</sup>

A nivel de artículo tenemos a: Eberhardt, M., Arrúa, P. y Aiassa, G. (2014) en su investigación tuvo como objetivo realizar una mejora en la características del suelo arenoso y limo-arcilloso, su metodología es de tipo experimental, la población de estudio es el suelo del sector sur de la Ciudad de Córdoba, donde se tomó como muestra del suelo y realización de la calicata, 2.5 %, 5.0 % y 7.5 % de Cemento y 1%, 2% y 5% de fibra sintética, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Ensayo de CBR, Ensayo de consistencia, Ensayo de Proctor, entre otros. Los resultados obtenidos fueron que el cemento con un % 2.5 aumenta un 55% del CBR, 5.0 % aumenta un 100% de CBR, 7.5% aumenta un 130% del CBR. En conclusión, el cemento es muy favorable para el aumento del CBR y mejora de la capacidad portante del suelo.<sup>4</sup>

Hansen, O. Poletti, A. y Rivera, J. (2016) en su investigación tuvo como objetivo determinar el mejoramiento del suelo-cemento para dicho experimento realizó la calita para coger muestras de suelo-cemento la cual dicho estudio fue incorporar 2%, 3%, 4%, 5%y 7% del cemento al suelo, instrumentos empleados fueron ensayos que se realizaron como Ensayo Resistencia a Compresión Inconfinada. Los resultados obtenidos fueron que el cemento con un 5% aumenta un 50% de Resistencia a Compresión Inconfinada y en la mezcla suelo-cemento más estabilizante aumenta un 30%. En conclusión, el cemento aumenta

considerablemente la resistencia lo que vuelve muy bueno para su uso como estabilizante en el suelo y la mejora de las mismas.<sup>13</sup>

Nitesh, G. (2015) his research had as main objective is to increase the resistance of the clay soil, the study The population is the soil of Pune, Maharashtra, India, where it was taken as a soil sample and realization of pits, in addition to the use of lime 2-10% and cement 2-12%, the instruments used were tests that were carried out as unconfined compression test, California rolling ratio (CBR), compaction. The result obtained was that shear resistance was presented at 6% of lime and 8% of cement, improving with 20.8% and 24.7% in shear resistance. In conclusion, the maximum dry density increased when adding cement and lime with 8% and 6% and at the same time reduced the OMC.<sup>17</sup>

Como base teóricas tenemos; el Afirmado: son de una o más capas materiales granular como superficie rodante de la vía.<sup>7</sup>

Base: Es la capa que tiene mayor trabajo, generado por los vehículos, filtraciones de agua o agentes químicos.<sup>7</sup>

Cal: Se adquiere realizando la incineración de la piedra caliza, en la cual pierden bióxido de carbono y se produce el óxido de calcio.<sup>22</sup>

Carretera sin afirmar: Es una red vial, donde no le realizaron una carpeta de rodadura y está expuesta a la descomposición de sus materiales y agentes que puedan disminuir sus propiedades.<sup>22</sup>

CBR: "Significa California Bearing Ratio; este método es con el fin de separar a la capacidad del suelo para ser empleado como material de subbase o base". [22]

Cemento: Se elabora mediante la pulverización e incineración de la piedra caliza y arcilla, compuesta en su mayoría por silicato de calcio hidráulico.<sup>22</sup>

Estabilización de Suelos: Es el mejoramiento de las propiedades del suelo, para incrementar el porcentaje de su resistencia ante las cargas producidas por los vehículos y la humedad.<sup>22</sup>

Estabilización con cal: Es el mejoramiento del suelo o subrasante, evitando que se sigan haciendo variaciones volumétricas en el suelo y elevando la resistencia ante

las cargas de los vehículos.<sup>7</sup>

Estabilización con cemento: Realiza una mejoría de la subrasante, elevando la resistencia de las mismas, y reduciendo el contenido de humedad.<sup>22</sup>

Ensayos de Límites de Atterberg (ASTM D – 4318): Se realiza este ensayo para estudiar los estados del suelo, además de hallar cantidad de agua filtrada en el suelo y su plasticidad.<sup>22</sup>

Ensayo de Proctor Estándar (ASTM D 698): Se realiza este ensayo para disminuir los vacíos del suelo, y hallar su óptimo de contenido de humedad del suelo, además de elevar la resistencia al corte, disminuir su deformabilidad y mejorar su estado permeable.<sup>22</sup>

Ensayo del CBR – NTP 339.145: Conocido también como ensayo de relación de soporte, se realiza este ensayo cuando hay humedad y densidad en la subrasante, y así poder hacer su respectivo cálculo para obtener cuanto es la resistencia al corte.<sup>23</sup>

Índice de Plasticidad: Hace la representación de porcentajes de humedad que tiene dicho suelo para poder conservarse en estado plástico.<sup>7</sup>

Límite Líquido: Es el porcentaje de humedad que se encuentra dentro de las propiedades de la subrasante.<sup>23</sup>

Límite Plástico: “Definido como la separación que hay entre los estados semisólido y plástico del suelo”. [22]

Mejoramiento: Es el aumento de la propiedad estructural de la vía, en la cual se hacen mejoras y cambios, para una mejor transición.<sup>22</sup>

Óptimo Contenido de Humedad: El agua del suelo nos ayuda en gran parte, para saber cuánto es la densidad máxima al compactar.<sup>3</sup>

Subbase: Capa superior a la subrasante, que impide que el agua se filtre en la subrasante.<sup>8</sup>

Subrasante: Su principal trabajo es resistir todas las cargas transmitidas en la trocha carrozable, además es la capa fundamental de toda la estructura vial.<sup>9</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo Investigación**

El tipo de Investigación Aplicada, tiene por objetivo, solucionar o resolver determinado problema que se presenta dentro del área de investigación, aplicando sus conocimientos sobre el tema en particular.<sup>26</sup>

Por lo tanto, la investigación del presente proyecto es del tipo aplicada, ya que se aplicará uso de la Cal y Cemento Tipo I para saber cuánto influye estos productos en las propiedades de la subrasante, en base a los antecedentes de casos similares, con el fin de mejorar la subrasante, aumentando el CBR, Óptimo contenido de Humedad y reduciendo el Índice de Plasticidad, con los diversos porcentajes de cal y cemento tipo I, en base a los resultados obtenidos del laboratorio y los criterios del CBR, Proctor Estándar y Límite de Atterberg.

##### **Niveles de Investigación**

El nivel de investigación correlacional, consiste en conocer la relación entre dos o más variables en la muestra, en la cual se tiene que medir, cuantificar, analizar y establecer la vinculación. Por otro lado, este se divide en dos partes: correlacional directa, si es que se quiere aumentar algo, o correlacional indirecta, si se quiere disminuir alguna cosa.<sup>1</sup>

Cabe resaltar, que el nivel de investigación del presente proyecto es del Nivel correlacional, tanto directa como indirecta. Es correlacional directa porque se quiere Aumentar el CBR y Óptimo Contenido de Humedad, y es Correlacional indirecta ya que se quiere disminuir el Índice de Plasticidad de la subrasante de la Avenida Toribio Luzuriaga.

##### **Enfoque**

El enfoque es tipo cuantitativo, cuando se emplea el uso de estadísticas para poder recolectar datos y procesarlas, para así probar hipótesis que se realizó en dicha investigación.<sup>26</sup>

Esta investigación de un enfoque Cuantitativo, ya que se hará el uso de la Cal y Cemento Tipo I, añadiendo cantidades en proporciones como él (8%, 14% y 20%) y (3%, 4.5% y 6%) de estos dos productos, para ver la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Avenida Toribio Luzuriaga, al adicionar estos productos.

### **Diseño de Investigación Cuasi-Experimental**

El diseño de Investigación Cuasi-Experimental, no es igual a decir, diseño experimental, son cosas totalmente distintas, ya que, en el diseño Cuasi-Experimental requeriré hacer uso de la variable independiente (el producto a usar) para controlar la variable dependiente (lo que se quiere mejorar), en otro posibles casi realizar una comparación para poder ver la mejora de dicha variable dependiente.<sup>28</sup>

De este modo, el proyecto se considera cuasi experimental, debido a que se emplearán diferentes cantidades de Cal (8%, 14% y 20%) y Cemento Tipo I (3%, 4.5% y 6%) en la subrasante, con el objetivo de evaluar su influencia en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante; además, se sub-clasifica como cuasi-experimental, ya que el tipo de tierra ha sido clasificada por el investigador como (arcilla), además detalla que se contará con tres ensayos a la cual corresponden tanto a la muestra general como a las muestras incorporadas con la cal y cemento tipo I en (8%, 14% y 20%) y (3%, 4.5% y 6%) del volumen de la muestras; los porcentajes usados fueron en base a diferentes estudios previos de diversos autores (tesis: Moale 9%, 15% y 21% de cal y Gómez y Silva 2%, 3.5% y 5% de Cemento ) realizados con estabilizadores en subrasantes

### **3.2. Variable y Operacionalización.**

#### **Variable Independiente (V1): Cal**

##### **Definición conceptual: (Matriz)**

“La cal es el resultado que se obtiene incinerando la piedra caliza por menor temperatura de alteración del óxido de calcio”. [24]

##### **Definición operacional: (Matriz)**

Para poder evaluar la cal tendremos en cuenta cada porcentaje de adición que se le haga a la subrasante, las cuales tienen como relación de 8%, 14% y 20%, realizándose 03 combinaciones con el terreno, respecto al m<sup>3</sup> del material, con el objetivo de reducir el Índice de Plasticidad, Aumentar el Óptimo Contenido de Humedad y aumentar el CBR de la subrasante, por lo cual se realizarán calicatas para realizar los ensayos correspondientes.

Variable Independiente V1: Cal

### **Variable Independiente (V2): Cemento Tipo I**

#### **Definición conceptual: (Matriz)**

“El cemento es elaborado a través de la trituración y calcinación caliza y arcilla, compuesto en su mayor porcentaje por silicatos de calcio hidráulicos que contiene diversas formas de sulfato de calcio como suma durante la trituración”. [24]

#### **Definición operacional: (Matriz)**

Para poder evaluar la Cemento Tipo I tendremos en cuenta cada porcentaje de adición que se le haga a la subrasante, las cuales tienen como relación de 3%, 4.5% y 6%, realizándose 03 combinaciones con el terreno, respecto al m<sup>3</sup> del material, con el objetivo de Reducir el Índice de Plasticidad, Aumentar el Óptimo Contenido de Humedad y Aumentar el CBR de la subrasante, por lo cual se realizarán calicatas para realizar los ensayos correspondientes.

Variable Independiente V2: Cemento Tipo I

### **Variable Dependiente: Propiedades de la Subrasante**

#### **Definición conceptual: (Matriz)**

“La función de la sub-rasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento”. [10]

#### **Definición operacional: (Matriz)**

En la subrasante como tal, se ensayaron con Cal y Cemento Tipo I, las cuales influyeron en las propiedades de la subrasante. En esta investigación se realizaron ensayos de CBR, para las 4 combinaciones preestablecidos (N, 8%, 14% y 20%) y

(N, 3%, 4.5% y 6%), para ver el aumento de su CBR (capacidad de soporte), asimismo, se realizaron ensayos de Límite de Atterberg y Proctor Estándar en las 4 combinaciones (N, 8%, 14% y 20%) y (N, 3%, 4.5% y 6%), previamente se realizarán 02 calicatas, en la cual se le medirá la influencia de estos productos mediante los ensayos correspondientes dentro de un laboratorio.

Variable Dependiente V1: Propiedades de la Subrasante

### 3.3. Población, Muestra y muestreo

#### Población

It is a set of people, things or events that are linked to some particularity. On the other hand, it recognizes the area where said research project will be carried out, which will be involved with the hypothesis.<sup>18</sup>

La trocha carrozable donde se está realizando la presente investigación, es una Carretera de bajo Volumen de Tránsito, con un IMDA menor o igual a 200 veh/día para una calzada. La población estará compuesta por todas las calicatas de 1.5 mt y sus ensayos correspondientes en la Avenida Toribio Luzuriaga, de las cuales nos designen de estas pruebas el CBR, Óptimo Contenido de Humedad y el Índice de Plasticidad tanto del terreno como las combinaciones con Cal y Cemento Tipo I aplicando las 3 muestras adicionales.

**Tabla 1:** Número de Calicatas para Exploración de Suelos

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

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos.



## Muestra

It is a small part or group that is found within the population, where in some occasions the whole cannot be measured, if the most damaged or most affected part is not measured, in order to carry out the investigation.<sup>19</sup>

La trocha carrozable donde se está realizando la presente investigación, es una Carretera de bajo Volumen de Tránsito, con un IMDA menor o igual a 200 veh/día para una calzada, Tabla 1 del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, indicando la realización de una (01) calicata por 1 km a una profundidad no menor de 1.5 m del nivel de la subrasante.

De acuerdo al tipo de carretera en la cual se identificó dentro del presente centro de investigación, y de acuerdo a la Tabla 2. Número de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, nos indica que debemos realizar (01) Ensayo CBR por cada 3 km como mínimo.

Por lo tanto, por tener 2 km (1 CBR) y nos indican 1 km (1 calicata), sabiendo esto se tomará 0 + 502 metros de toda la Av. Toribio Luzuriaga, al cual se le realizará una (03) calicata para efectos de la muestra, de ese total se realizará la Clasificación de suelos, priorizando la más desfavorable (Arcilla), y extrayendo una cantidad suficiente para poder realizar siete (07) Ensayos Límite Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), (07) Proctor Estándar y (07) CBR, y definir las propiedades de la subrasante normal (N) y luego al añadir la Cal (N+5%, N+14%, N+20%) y Cemento Tipo I(N+3%, N+4.5%, N+6%) con las proporciones indicadas.

**Tabla 2: Número de Ensayos CBR.**

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos.

## **Muestreo**

Non-Probabilistic sampling is based precisely on the thesis criterion, since it is not based on any rule or formula, but on its own choice of its sampling unit.<sup>18</sup>

La presente investigación en la cual se está realizando, es de un tipo de muestreo de técnica electiva, en tal sentido que el muestreo es no probabilístico, ya que no depende de una fórmula designada por algún autor, sino más bien se basa en la elección del investigador, en la cual elige el tipo de carretera en el que pertenece tal avenida así como también sus características del lugar de investigación (manual de carreteras), esto básicamente se va a desarrollar de acuerdo a la decisión del que está ejecutando esta investigación.

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

#### **Técnica de recolección de datos**

It is the way to obtain and measure the information, to be able to evaluate and reach the results of said research.<sup>18</sup>

Por ello, el método que se usará para recopilar información, es el método de observación para poder evaluar y solucionar los problemas que se presentan dentro del proyecto de investigación, así como también, probar la hipótesis.

Al mismo tiempo utiliza las normativas establecidas por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales: ASTM D – 1883, ASTM D – 698 y ASTM D – 4318.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

They are instruments that are responsible for measuring the indicators, according to different types of instruments, topic and research area, such as the use of observation files, surveys or interviews, in order to obtain and save the results.<sup>18</sup>

De tal manera que para dicha investigación se realizarán ensayos para la obtención de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación

- Fichas de laboratorio (Ver anexo)
- Ensayos

**Tabla 3:** *Ensayos de laboratorio.*

	<b>Ensayo</b>	<b>Instrumento</b>
Ensayos	Ensayo de Análisis Granulométrico	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo Límites de Consistencia	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo Proctor Estándar	Ficha de Resultado del Laboratorio
	Ensayo de CBR	Ficha de Resultado del Laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Confiabilidad**

Cuyas características de las cuales destaca, es su precisión, seguridad, solidez, de los herramientas usadas como los datos obtenidos, y debe ser confiable obtener menor porcentaje de error dentro de los resultados obtenidos.<sup>26</sup>

Al referirse a la confiabilidad implica que debemos obtener resultados convenientes y confiables, al realizar múltiples ensayos al determinado objeto de estudio, lo cual esos instrumentos usados en el laboratorio también deberán ser confiables para tener mayor exactitud con nuestros resultados.

### **Validez**

Es una herramienta para poder medir la existencia de lo que se está realizando una medición. Esto nos indica que los resultados que obtuvimos al aplicar los instrumentos, demostrará la medición de lo que se quiere medir realmente.<sup>26</sup>

Por ello, los instrumentos que nosotros utilizaremos, tienen que ser validados por los colegiados dentro del ámbito constructivo o vial, por las cuales ellos se encargaran de evaluar y aprobar el instrumento que se usará en el proyecto de investigación.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizara la 3 excavaciones de 1.5 metros, y se extraerá la muestra, luego se le combinara toda la muestra, para poder realizar el ensayo de análisis granulométrico, y poder clasificar el suelo, luego de ellos la combinación de la muestra más los estabilizantes (cal y cemento tipo I) para después someterlos a todas los ensayos que se realizaran en el laboratorio, estas son: Ensayo de Límite de Atterberg, Ensayo de Proctor Estándar y Ensayo de CBR, según la ASTM y NTP, para poder evaluar de manera confiable los resultados.

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

“[...]Consiste en organizar la información recogida para que pueda ser tratada en forma minuciosa o analítica [...]”. [26]

Se realizara una observación directa desde la excavación para extraer la muestra hasta obtener los resultados de todos los ensayos que se realizaran en el laboratorio, además de tomar anotaciones de cada dato que podamos obtener, los cuales afirmaran nuestra hipótesis.

### **3.7. Aspecto Ético**

Siendo alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la escuela de Ingeniería Civil, el presente proyecto de investigación se realizara con suma responsabilidad, respeto y humildad de no copiar definiciones de las tesis de otros autores, siempre respetando sus aportes dentro de nuestra investigación y citándolos en cada una de ellas, de igual manera en las normas e instrumentos que se realizaran en la investigación, por lo cual al final del proyecto será comparado por la herramienta web Turnitin.

#### IV. RESULTADO

Influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021

**Ubicación:**

**Departamento:** Lima

**Provincia:** Barranca

**Distrito:** Paramonga

**Ubicación:** Av. Toribio Luzuriaga



**Figura 1:** Mapa del Perú.

Fuente: Google Search.



**Figura 2:** Mapa de la Región Lima.

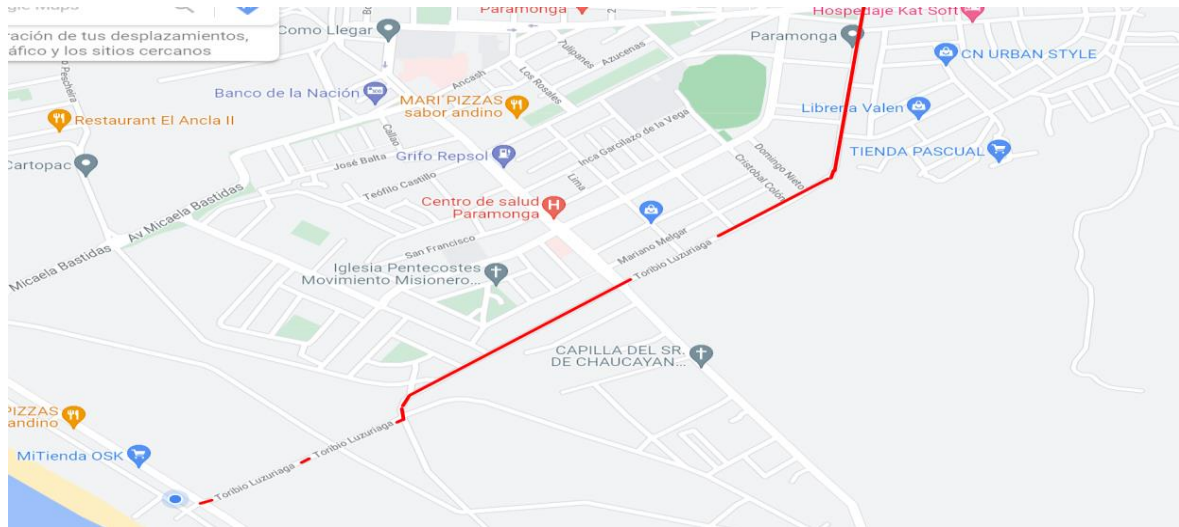
Fuente: Google Search.



**Figura 3:** Mapa de la Provincia de Barranca.

Fuente: Google Search.

## Localización:



**Figura 4:** Localización de la Carretera de la Av. Toribio Luzuriaga.

Fuente: Google Maps.

El estudio se realizó en la carretera de la Av. Toribio Luzuriaga, está a 20 min. de la Provincia de Barranca, en las cuales se realizó 3 calicatas en las siguientes progresivas:

### Descripción: Calicata -1:

Progresiva: 0 + 0

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.20x1.20



**Figura 5:** Calicata 1.

Fuente: Elaboración Propia.

### Descripción: Calicata -2:

Progresiva: 0 + 250

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.20x1.20



**Figura 6:** Calicata 2.

Fuente: Elaboración Propia.

**Descripción: Calicata -3:**

Progresiva: 0 + 502

Profundidad: 1.50 m

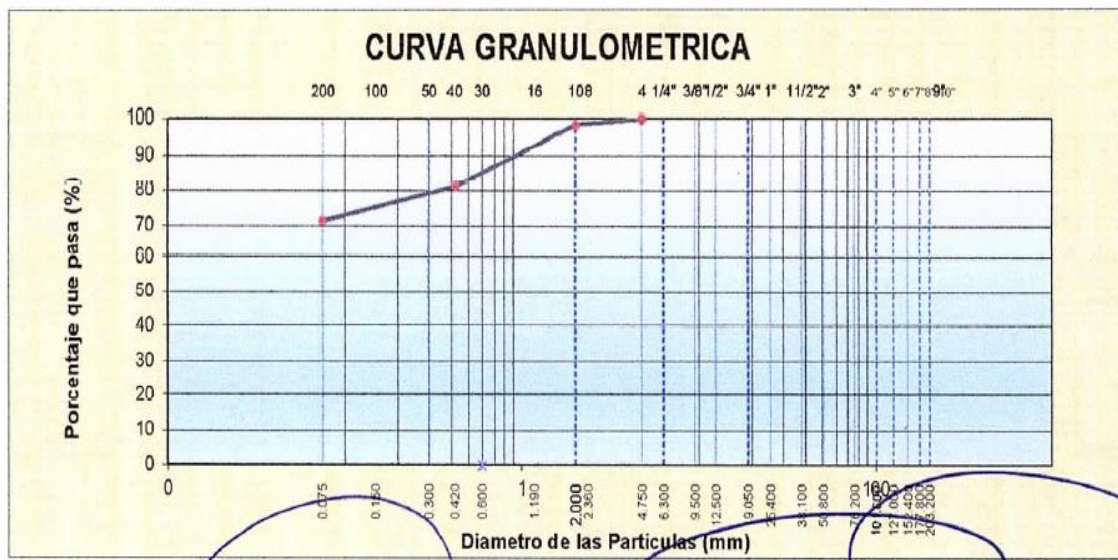
Dimensiones: 1.20x1.20



**Figura 7:** Calicata 3.

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizo 3 calicatas en la zona de estudio, por las cuales tiene diferentes progresivas, esto realizo de acuerdo al manual de Carreteras, lo cual nos indica que si es una carretera de bajo volumen se realizara una calicata, para saber cuál es la parte más desfavorable de toda la carretera, por ello, luego se realizaría 3 ensayos granulométrías para poder clasificar el suelo y saber cuál es la más desfavorable, y así trabajar con ese material.



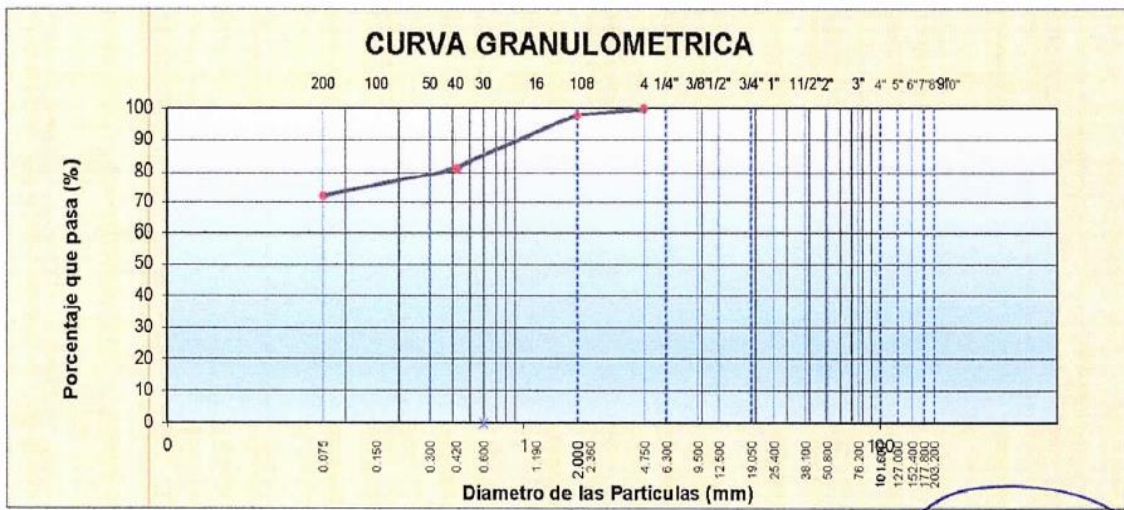
CLASIFICACION	
Clasificación (SUCS)	<b>ML</b>
Clasificación (AASHTO) :	<b>A-4 ( 8 )</b>
Módulo de Fineza	<b>0.0</b>
Materia Orgánica	<b>NO</b>
Turba	<b>NO</b>

**Gráfico 1:** Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-1.

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación.-** Según el resultado del ensayo granulométrico por tamizado de la calicata-1, nos muestra que la calicata-1, tiene un 71.6 % de finos que lograron pasar por la malla N° 200, lo cuando nos indica que tiene una gran cantidad de finos, un 28.4 % de arena, que lograron pasar por la malla n° 4, considerando que este material tiene poca cantidad de arena, y por ultimo un 0% de grava.

De acuerdo, a los resultado que se obtuvo de la calicata-1 ubicada en 0 + 250 km de la carretera de la Av. Toribio Luzuriaga, se pudo demostrar según la clasificación (SUCS) en el laboratorio ( Suelos S.A.C ) el resultado obtenido es ARENA FINA LIMOSA (ML) y mediante la clasificación de (AASHHTO) la cual pertenece al grupo A-4 (8).



CLASIFICACION	
Clasificación (SUCS)	<b>ML</b>
Clasificación (AASHTO) :	<b>A-4 ( 8 )</b>
Módulo de Fineza	<b>0.0</b>
Materia Orgánica	<b>NO</b>
Turba	<b>NO</b>

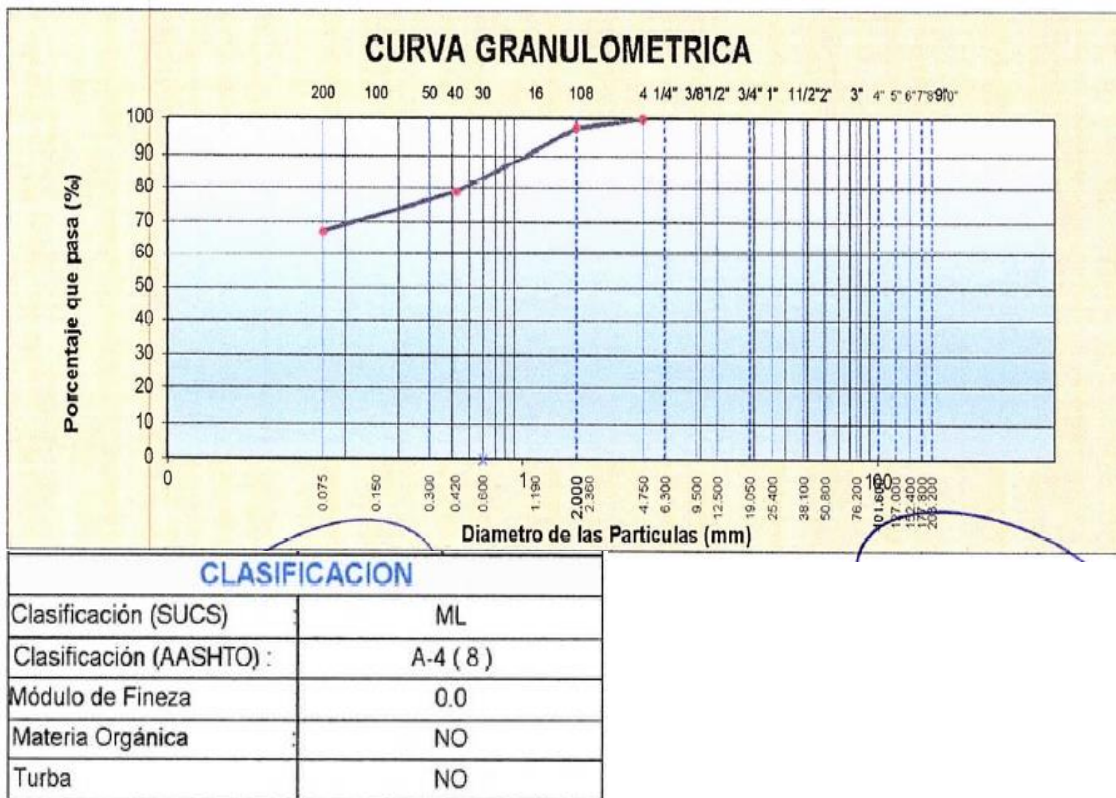
**Gráfico 2:** Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-2.

Fuente: Elaboración Propia.



**Interpretación.-** Según el resultado del ensayo granulométrico por tamizado de la calicata-2, nos muestra que la calicata-2, tiene un 72.0 % de finos que lograron pasar por la malla N° 200, lo cuando nos indica que tiene una gran cantidad de finos, un 28.0 % de arena, que lograron pasar por la malla n° 4, considerando que este material tiene poca cantidad de arena, y por ultimo un 0% de grava.

De acuerdo, a los resultado que se obtuvo de la calicata-2 ubicada en 0 + 250 km de la carretera de la Av. Toribio Luzuriaga, se pudo demostrar según la clasificación (SUCS) en el laboratorio ( Suelos S.A.C ) el resultado obtenido es ARENA FINA LIMOSA ( ML ) y mediante la clasificación de ( AASHHTO ) la cual pertenece al grupo A-4 ( 8).



**Gráfico 3:** Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-3.

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación.-** Según el resultado del ensayo granulométrico por tamizado de la calicata-3, nos muestra que la calicata-3, tiene un 67.4 % de finos que lograron pasar por la malla N° 200, lo cuando nos indica que tiene una gran cantidad de finos, un 32.6 % de arena, que lograron pasar por la malla n° 4, considerando que este material tiene poca cantidad de arena, y por ultimo un 0% de grava.

De acuerdo, a los resultado que se obtuvo de la calicata-3 ubicada en 0 + 502 km de la carretera de la Av. Toribio Luzuriaga, se pudo demostrar según la clasificación (SUCS) en el laboratorio ( Suelos S.A.C ) el resultado obtenido es ARENA FINA LIMOSA ( ML ) y mediante la clasificación de ( AASHHTO ) la cual pertenece al grupo A-4 (8).

En conclusión, la calicata N°2 es el terreno más desfavorable, por ello se procederá a llevar esta muestra al laboratorio para realizar los ensayos de Límites de Atterberg, Proctor Estándar y CBR.

**Tabla 4:** Resultado en los Ensayos en el Laboratorio de la muestra natural (P).

ENSAYOS		CALICATA N°02
CONTENIDO DE HUMEDAD		8.1%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	31.2%
	Limite plástico	27.7%
	Índice de plasticidad	3.5%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	ML – ARENA FINA LIMOSA
	AASHTO	A-4 (8)
PROCTOR ESTANDAR	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	13.4%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.911 g/cm <sup>3</sup>
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	M.D.S al 100% a 1”	10.0 %
	M.D.S al 95% a 1”	8.0 %

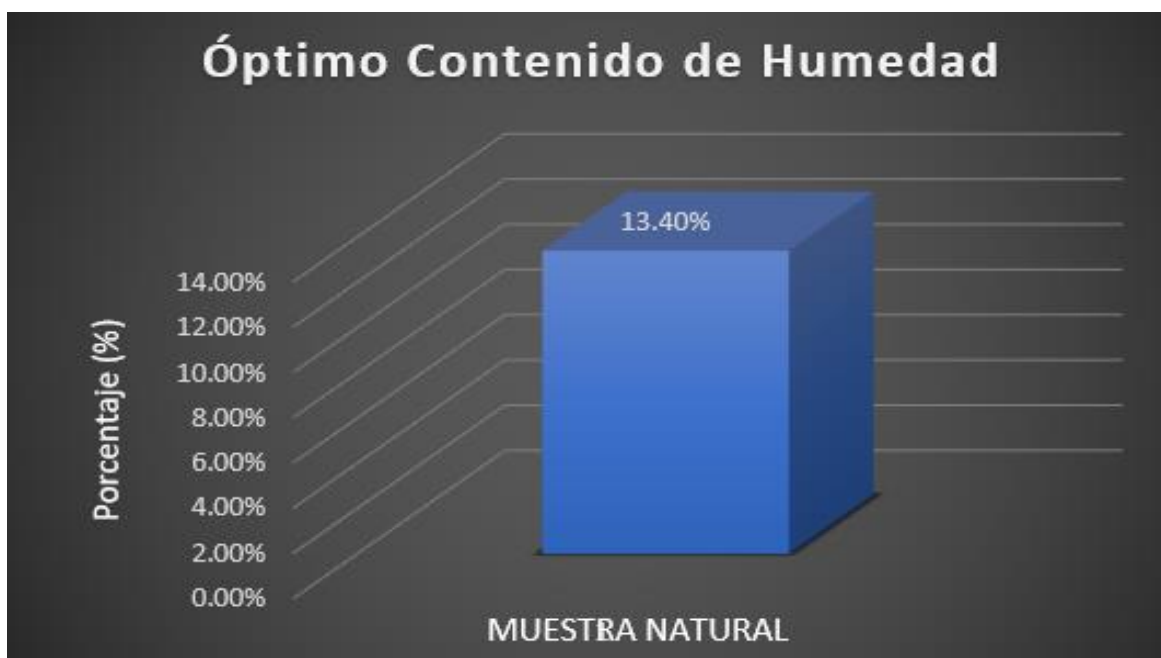
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 4:** Límite de Atterberg de la muestra natural.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** En el gráfico se puede visualizar que en la muestra inicial de la calicata N°2 tiene un 8.1 % de contenido de humedad, un Límite Líquido de 31.2%, Límite Plástica de 27.7% y un Índice de Plasticidad de 3.5% , esto quiere decir que este suelo tiene baja plasticidad, además de ello no está tan saturado.



**Gráfico 5:** Óptimo Contenido de Humedad de la muestra Inicial.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Mediante la realización del ensayo de Proctor Estándar en la muestra inicial, se obtuvo como resultado un 13.4% de contenido de Humedad.



**Gráfico 6:** Máxima Densidad Seca de la muestra Inicial.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** Se realizó en ensayo de Proctor Estándar de la muestra natural donde se obtuvo como resultado un 1.911 gr/cm<sup>3</sup> de la Densidad Máxima Seca.



**Gráfico 7:** California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Inicial.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** En el Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) se obtuvo como resultado en el laboratorio de la muestra natural (P) su Densidad Máxima Seca es de 1.911 gr/cm<sup>3</sup> y al 95% de su Densidad Máxima Seca fue de 1.815 gr/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad fue de 13.4 %. La muestra después de ser llevada a saturación, se mide su capacidad portante o resistencia con una penetración de 1” el cual nos indica el CBR al 95% un 8.00% y al 100 % de CBR un 10.00 %. Esto nos indica que el suelo natural es muy pobre para el uso de la subrasante.

**Objetivo 1:**

Evaluar la influencia de la Cal en un 8 %, 14 % y 20 % y Cemento Tipo I en un 3 %, 4.5 % y 6 % para determinar el Límite Atterberg del Suelo Limoso con Arena Fina en la Subrasante de la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

El ensayo de Límite de Atterberg consiste en obtener resultados mediante el uso de instrumentos como la copa de Casagrande, que nos permitirá obtener el Límite Líquido (LL) y Límite Plástico (LP), para luego obtener mediante su diferencia el Índice de Plasticidad, para ello se realizara 7 ensayos, una de ellas es la muestra natural y las otras son mediante la incorporación de la Cal y Cemento Tipo I, estas son: SN, SN + 8% CAL, SN + 14% CAL, SN + 20% CAL, SN + 3% CM, SN + 4.5% CM y SN + 6% CM.



**Figura 8:** Muestra más 3% del CM.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 9:** Ensayo de Límite Atterberg.

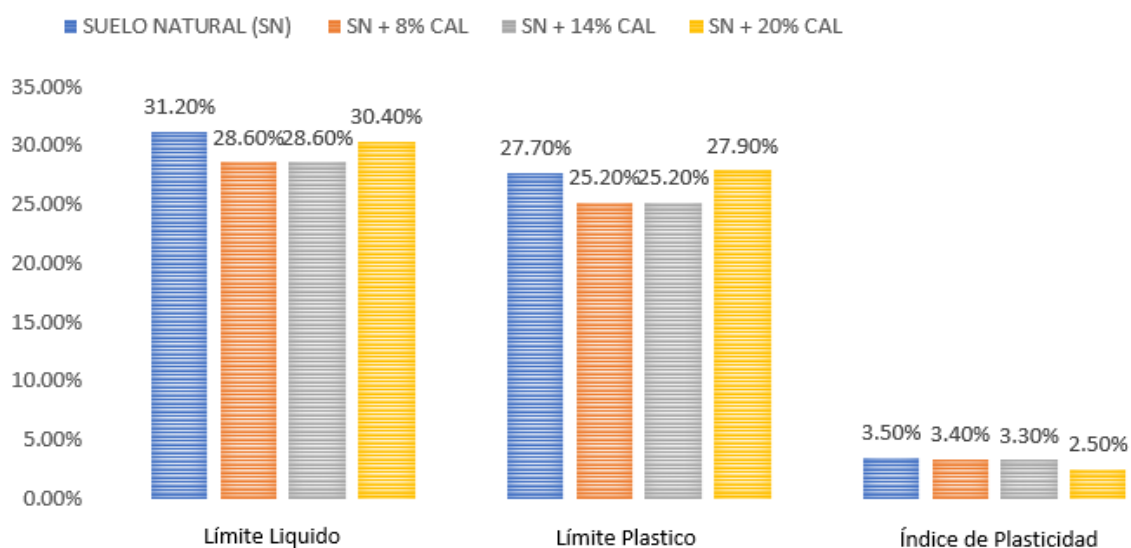
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5:** Ensayo de Límite de Atterberg con la incorporación de la CAL y CM.

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	31.2%	27.7%	3.5%
SN+8% CAL	28.6%	25.2%	3.4%
SN+14% CAL	28.6%	25.2%	3.3%
SN+20% CAL	30.4%	27.9%	2.5%
SN+3% CM	31.2%	27.2%	4.0%
SN+4.5% CM	30.4%	26.3%	4.1%
SN+6% CM	31.0%	26.6%	4.4%

Fuente: Elaboración propia.

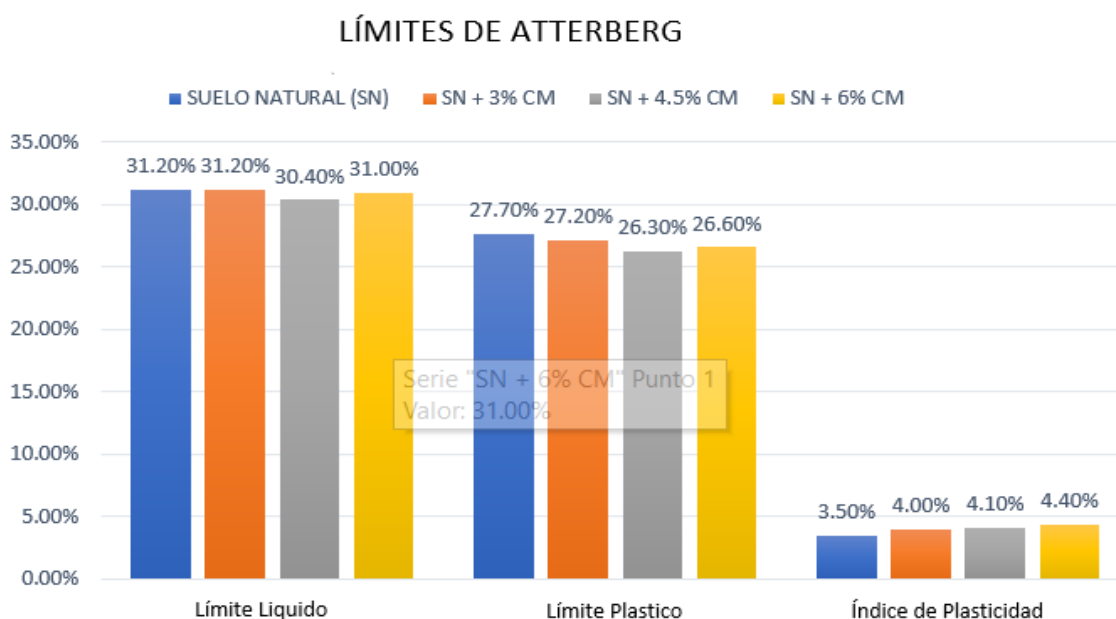
### LÍMITES DE ATTERBERG



**Gráfico 8:** Ensayo de Límite de Atterberg con la incorporación de la CAL.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** El ensayo de Limite de Consistencia con la incorporación de los diferentes porcentajes de Cal, mostro un buen resultado para el suelo ML (Arena fina con Limos), ya que redujo el Índice de Plasticidad (IP) de la muestra principal. Al inicio se pudo obtener como resultado del IP de la calicata 2 en un 3.5 %, pero al incorporar cierto porcentaje de Cal a la muestra principal se pudo observar una reducción en el IP de la muestra principal, tal es el caso que al incorporarle un 20 % de la cal, redujo el Índice de Plasticidad de un 3.5 % a un 2.5 %, dándole así una mejora a las propiedades de la subrasante de tipo ML.



**Gráfico 9:** Ensayo de Límite de Atterberg con la incorporación del CM.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** El ensayo de Limite de Consistencia con la incorporación de los diferentes porcentajes Cemento Tipo I, mostro no un buen resultado para el suelo ML (Arena fina con Limos), ya que el Índice de Plasticidad (IP) de la muestra principal no redujo el porcentaje si no aumento su IP. Al inicio se pudo obtener como resultado del IP de la calicata 2 en un 3.5 %, pero al incorporar cierto porcentaje de Cemento a la muestra principal se pudo observar un aumento en el IP de la muestra principal, tal es el caso que al incorporarle un 3 % de la cemento, aumenta de un 3.5 % a un 4% por lo que se varia tanto ya que es cercano al resultado. Pero al incorporarle un 6 % aumenta un poco más el IP principal, de un 3.5% a 4.40 %,

esto debidamente a que el cemento tiene plasticidad, lo que varía el IP de la muestra.

**Objetivo 2:**

Evaluar la influencia de la Cal en un 8 %, 14 % y 20 % y Cemento Tipo I en un 3 %, 4.5 % y 6 % para determinar el Proctor Estándar del Suelo Limoso con Arena Fina en la Subrasante de la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

El ensayo de Proctor Estándar consiste en obtener resultados mediante el uso de instrumentos como el molde y el Pisón, que nos permitirá obtener el Óptimo Contenido de Humedad y Densidad Máxima Seca, para ello se realizara 7 ensayos, una de ellas es la muestra natural y las otras son mediante la incorporación de la Cal y Cemento Tipo I, estas son: SN, SN + 8% CAL, SN + 14% CAL, SN + 20% CAL, SN + 3% CM, SN + 4.5% CM y SN + 6% CM.



**Figura 10:** Muestra más 4.5 % del CM.



**Figura 11:** Ensayo de Proctor Estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

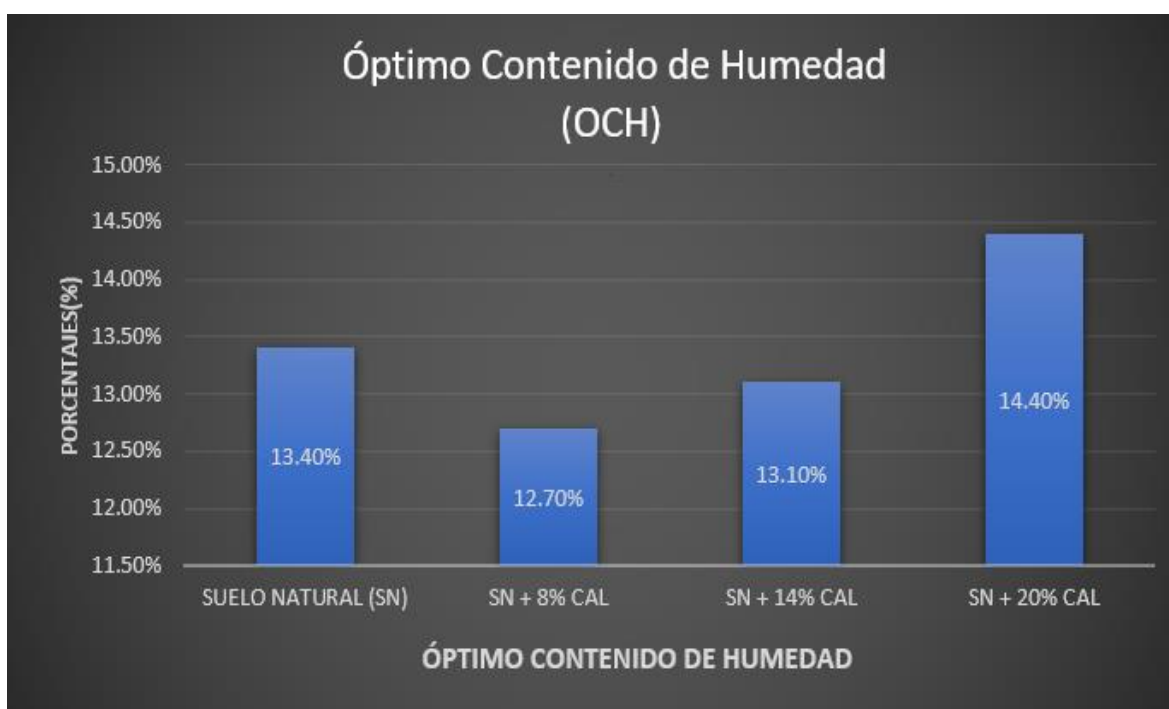
**Tabla 6:** Ensayo de Proctor Estándar con la incorporación de la CAL y CM.

<b>CALICATA N°02</b>	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	13.4%	1.911 gr/cm <sup>3</sup>
SN+8% CAL	12.7%	1.920 gr/cm <sup>3</sup>



SN+14% CAL	13.1%	1.931 gr/cm <sup>3</sup>
SN+20% CAL	14.4%	1.964 gr/cm <sup>3</sup>
SN+3% CM	12.8%	1.922 gr/cm <sup>3</sup>
SN+4.5% CM	13.1%	1.948 gr/cm <sup>3</sup>
SN+6% CM	13.6%	1.974 gr/cm <sup>3</sup>

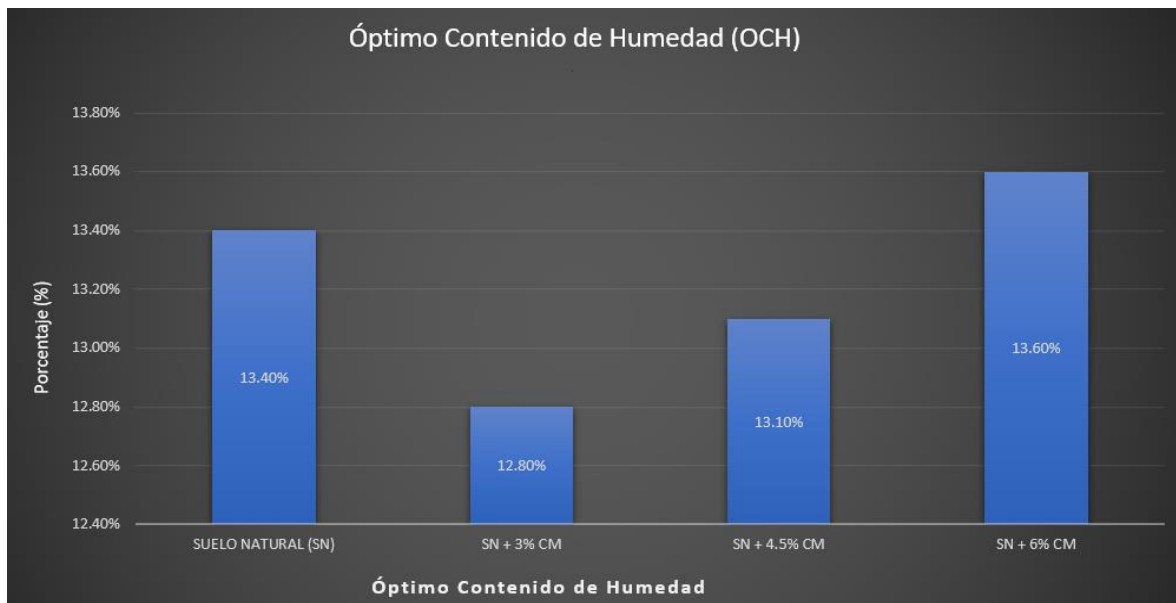
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 10:** Óptimo Contenido de Humedad (OCH) con la incorporación de la CAL.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** El ensayo de Proctor Estándar con la incorporación de los diferentes porcentajes de Cal, obtuvo como resultado en el Óptimo contenido de Humedad un aumento al añadir la cal a la muestra natural, es decir, la muestra inicial tenía un 13.40 % por lo que aumento a un 14.40 %, al incorporar un 20% de cal.



**Gráfico 11:** Óptimo Contenido de Humedad (OCH) con la incorporación del CM.

Fuente: Elaboración propia.

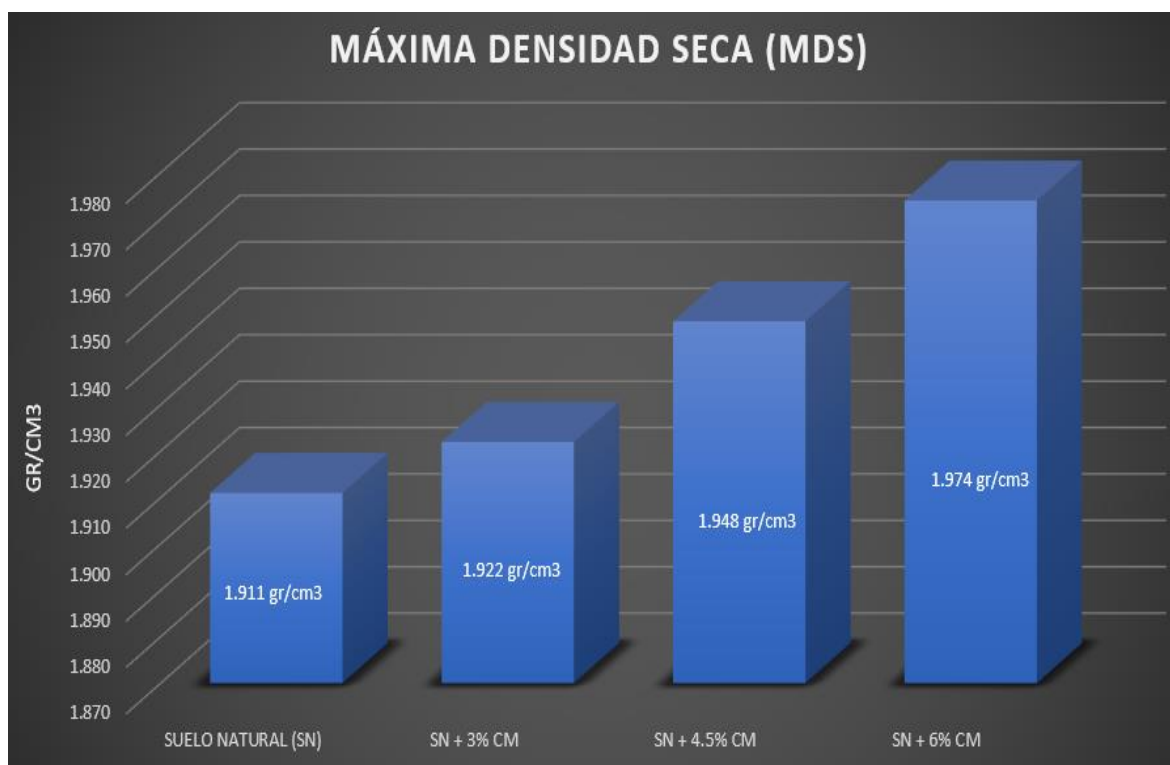
**Interpretación.-** El ensayo de Proctor Estándar con la incorporación de los diferentes porcentajes de Cemento Tipo I, obtuvo como resultado en el Óptimo contenido de Humedad un aumento mínimo al añadir el cemento tipo I a la muestra natural, es decir, la muestra inicial tenía un 13.40 % por lo que aumento a un 13.60 %, al incorporar un 6% de cemento Tipo I.



**Gráfico 12:** Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de la CAL.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** La Máxima Densidad Seca es otro de los factores de cálculos para la mejora de la Subrasante, este mediante el Ensayo de Proctor Estándar. Por ello, mediante los diferentes porcentajes de Cal, se observó, que mientras se va aumentando los porcentajes de la cal va aumentando el valor de la Máxima Densidad Seca, por ejemplo, al añadir un 20 % de cal a la muestra natural, aumentó la máxima densidad seca de un 1.911 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.964 gr/cm<sup>3</sup>.



**Gráfico 13:** Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación del CM.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** La Máxima Densidad Seca al realizarle la incorporación de los diferentes porcentajes de Cemento Tipo I, se observó que los porcentajes cercanos a los otros va en aumento, por ejemplo, al añadir un 6% de cemento tipo I a la muestra natural, aumenta la máxima densidad seca de un 1.911 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.974 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Objetivo 3:**

Evaluar la influencia de la Cal en un 8 %, 14 % y 20 % y Cemento Tipo I en un 3 %, 4.5 % y 6 % para determinar el CBR del Suelo Limoso con Arena Fina en la Subrasante de la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) consiste en obtener resultados mediante el uso de instrumentos como el moldes cilíndricos y la Prensa de Carga, que nos permitirá obtener el CBR de la Máxima Densidad Seca al 95 % y al 100 %, para ello se realizara 7 ensayos, una de ellas es la muestra natural y las otras son mediante la incorporación de la Cal y Cemento Tipo I, estas son: SN, SN + 8% CAL, SN + 14% CAL, SN + 20% CAL, SN + 3% CM, SN + 4.5% CM y SN + 6% CM.



**Figura 12:** Muestra más 6% del CM.



**Figura 13:** Ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia.

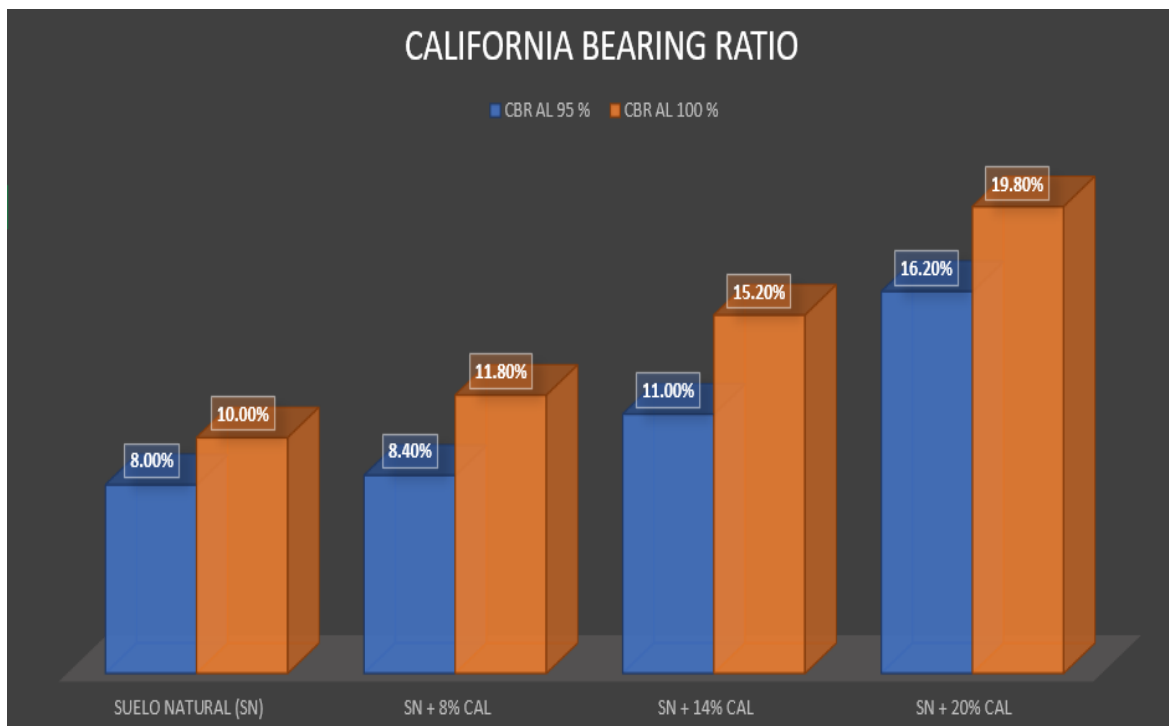
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7:** Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de la CAL y CM.

<b>CALICATA N°02</b>	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	8.00%	10.00%
SN+8% CAL	8.4%	11.8%
SN+14% CAL	11.0%	15.2%
SN+20% CAL	16.2%	19.8%

SN+3% CM	9.50%	12.00%
SN+4.5% CM	11.60%	15.00%
SN+6% CM	18.00%	21.00%

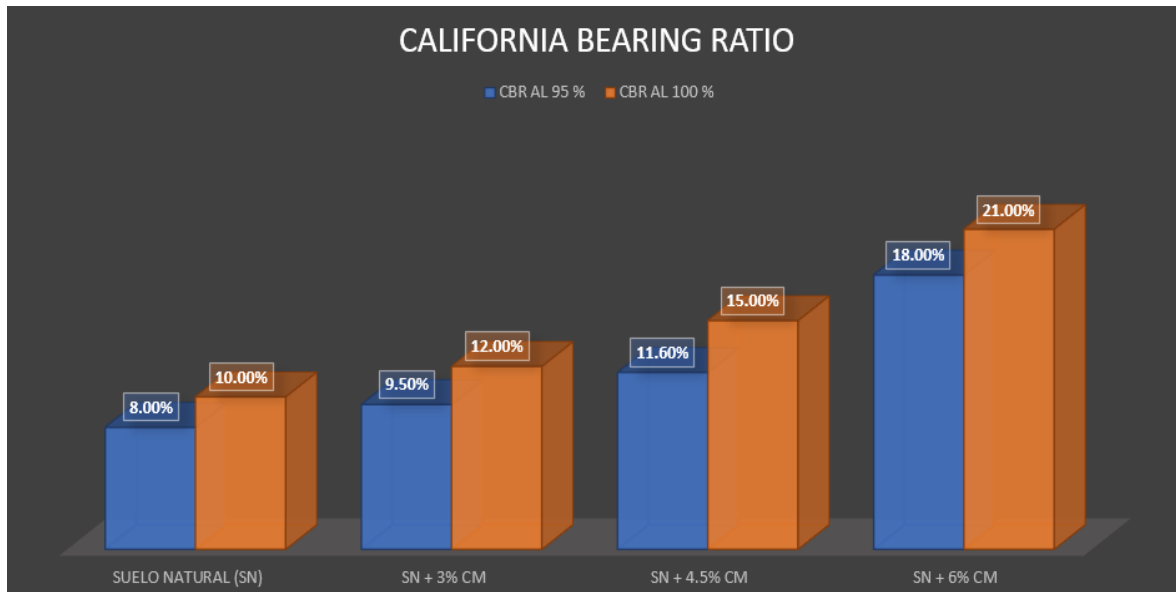
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 14:** Gráfico del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de la CAL.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** En la Gráfico del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) al incorporarle un 20% de la Cal, aumenta la Densidad Máxima Seca de la muestra natural de 1.911 gr/cm<sup>3</sup> a 1.964 gr/cm<sup>3</sup> y al 95% de su Densidad Máxima Seca de 1.815 gr/cm<sup>3</sup> a 1.866 gr/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad de 13.4% a 14.4%. La muestra después de ser llevada a saturación, se mide su capacidad portante o resistencia con una penetración de 1" el cual nos indica, que al incorporarle el 20 % de la Cal también aumento el CBR al 95% de 8.00% al 16.2% y el CBR al 100% de 10.00 % a un 19.8%.



**Gráfico 15:** Gráfico del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación del CM.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.-** En la Gráfico del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) al incorporarle un 6% de Cemento Tipo I, aumenta la Densidad Máxima Seca de la muestra natural de 1.911 gr/cm<sup>3</sup> a 1.974 gr/cm<sup>3</sup> y al 95% de su Densidad Máxima Seca de 1.815 gr/cm<sup>3</sup> a 1.875 gr/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad de 13.4% a 13.6%. La muestra después de ser llevada a saturación, se mide su capacidad portante o resistencia con una penetración de 1" el cual nos indica, que al incorporarle el 6 % de cemento Tipo I también aumento el CBR al 95% de 8.00% al 18% y el CBR al 100% de 10.00 % a un 21%.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar la influencia de la cal (8 %,14 %y 20 %) y cemento Tipo I (3 %, 4.5 % y 6 %) en el Índice de Plasticidad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

**Antecedente:** Según García (2019), en su trabajo de investigación, incorporo un 4 % de cemento al suelo con alto contenido de caolín, por lo que se aumentó su Índice de Plasticidad de un 15.1 % a un 15.35 %.

**Resultado:** A los inicios de la Investigación y en base a la clasificación de suelos, la muestra natural fue clasificada como suelo Limoso con Arena Fina, con un Índice de Plasticidad Inicial 3.5 % y en medida que se incorporaba el cemento Tipo I de forma escalada desde un 3 %(4.0 %), 4.5%(4.1 %) y 6 %(4.4%) en vez de disminuir, aumentaba su índice de plasticidad, pero el más cercano al valor inicial era el de 3 % pero 6 % es el que más se alejaba del valor inicial.

**Comparación:** Según el antecedente, al incorporarle el cemento tipo I, aumento el IP, pero según el resultado obtenido también aumento, por lo que esto demuestra que no solamente puede reducir si no en algunas ocasiones puede aumentar el valor del IP, pero no a gran medida, y que el resultado es similar al antecedente.

**Antecedente:** Según Moale y Rivero (2019), en su trabajo de investigación, incorporo un 9%, 15% y 21 % de cal al suelo arcilloso, lo cual disminuyo de un 13.73 % de índice de plasticidad a un 6.27 % , 2.99 % y 1.78 %.

**Resultado:** En base a la clasificación de suelos, la muestra natural fue clasificada como suelo Limoso con Arena Fina, con un Índice de Plasticidad Inicial 3.5 % y en medida que se incorporaba la cal de forma escalada desde un 8 %(3.4 %), 14%(3.3 %) y 20 %(2.5%), por lo que según el resultado, disminuye el índice de plasticidad de un 3.5 % a un 2.5 % al incorporar un 20 % de la cal.

**Comparación:** De acuerdo, a los antecedentes y mis resultados obtenidos en el laboratorio, indica que los resultados son similares en la reducción del Índice de Plasticidad. Por medio del Ensayo de Limite de Atterberg, y se afirma que el IP bajo progresivamente con porcentajes mínimos.

**Objetivo 2:** Determinar la influencia de la cal (8 %,14 %y 20 %) y cemento Tipo I (3 %, 4.5 % y 6 %) en el óptimo contenido de humedad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

**Antecedente:** Según Sánchez (2014), en su trabajo de investigación, incorporo un 3%, 5% y 7 % de cemento al suelo expansivo, se vio el aumentó en el Óptimo Contenido de Humedad de 31.50 % a 35.00 %, 37.80 % y 40.00 %. Pero disminuyo la densidad máxima seca de 1.354 g/cm<sup>3</sup> a 1.291 g/cm<sup>3</sup>, 1.260 g/cm<sup>3</sup> y 1.217 g/cm<sup>3</sup>.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de Proctor Estándar, la muestra inicial fue de 13.4 % de su Óptimo contenido de Humedad, que al realizarle la incorporación cemento tipo I en un 3 % (12.8%), 4.5% (13.1 %) y 6%(13.6%), nos muestra que hay un aumento de un 13.4 % a un 13.6 % al incorporar un 6 % de Cemento Tipo I. Por otro lado, también se obtuvo resultado de la Máxima Densidad Seca, su resultado inicial fue de 1.913 gr/cm<sup>3</sup> pero al hacerle la incorporación en un 3% (1.922 gr/cm<sup>3</sup>), 4.5% (1.948 gr/cm<sup>3</sup>) y 6%(1.974 gr/cm<sup>3</sup>), observamos que va aumentando progresivamente, como por ejemplo, aumento de un 1.913 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.974 al añadirle un 6 % del cemento tipo I.

**Comparación:** De acuerdo al antecedente y a los resultados obtenidos en el laboratorio Suelos S.A.C., podemos observar, que el Óptimo contenido de humedad va aumentando mínimamente en progresiva y son similares con el antecedente. Pero en la Máxima densidad Seca los resultados no son similares, ya que en el antecedente disminuye y en mi investigación aumenta. De una u otra forma, lo que se requiere es aumentar el OCH.

**Antecedente:** Según Gómez y Silva (2020) en su trabajo de investigación, incorporo un 2 %, 3.5 % y 5% de cemento al suelo arcilloso, en la cual aumento la Densidad Máxima Seca de 1.952 g/cm<sup>3</sup> a un 2.007 g/cm<sup>3</sup>, 2.013 g/cm<sup>3</sup> y 2.019 g/cm<sup>3</sup>.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de Proctor Estándar, la Máxima Densidad Seca inicial fue de 1.913 gr/cm<sup>3</sup> pero al hacerle la incorporación en un 3% (1.922 gr/cm<sup>3</sup>), 4.5% (1.948 gr/cm<sup>3</sup>) y 6%(1.974 gr/cm<sup>3</sup>),



observamos que va aumentando progresivamente, como por ejemplo, aumento de un 1.913 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.974 al añadirle un 6 % del cemento tipo I.

**Comparación:** En vista de los antecedentes y a los resultados de la investigación, podemos observar, Máxima densidad Seca los resultados son similares al antecedente, ya que ambos aumentan.

**Antecedente:** Según Moale y Rivero (2019), en su trabajo de investigación, incorporo un 9%, 15% y 21 % de cal al suelo arcilloso, lo cual aumentó el Óptimo Contenido de Humedad de 13.40 % a 14.60 %, 14 % y 13.60 %. De igual manera, también se aumentó el densidad máxima seca de 1.85 g/cm<sup>3</sup> a 1.87 g/cm<sup>3</sup>, 1.89 g/cm<sup>3</sup> y 1.88 g/cm<sup>3</sup>.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de Proctor Estándar, la muestra inicial fue de 13.4 % de su Óptimo contenido de Humedad, que al realizarle la incorporación de la cal en un 8 % (12.7%), 14% (13.1 %) y 20%(14.4%), nos muestra que hay un aumento de un 13.4 % a un 14.4 % al incorporar un 20 % de la cal. Por otro lado, también se obtuvo resultado de la Máxima Densidad Seca, su resultado inicial fue de 1.913 gr/cm<sup>3</sup> pero al hacerle la incorporación en un 8 % (1.920 gr/cm<sup>3</sup>), 14% (1.931 gr/cm<sup>3</sup>) y 20%(1.964 gr/cm<sup>3</sup>), observamos que va aumentando progresivamente, como por ejemplo, aumento de un 1.913 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.964 al añadirle un 20 % de cal.

**Comparación:** Al observar el antecedente y los resultados de la investigación, se ve que Óptimo contenido de humedad va aumento mínimamente pero en progresiva, por lo que es similar al resultado del antecedente. De igual manera, en la Máxima densidad Seca los resultados son similares, porque también aumentan.

**Objetivo 3:** Determinar la influencia de la cal (8 %,14 %y 20 %) y cemento Tipo I (3 %, 4.5 % y 6 %) en el CBR de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.

**Antecedente:** Según Rodríguez y Silva (2019), en su trabajo de investigación, incorporo un 30 % de cemento portland Tipo I más un 70% de cal hidratada, en la cual mejoró de un 37 % a un 66.50% del 95 % de la Máxima Densidad Seca y un 54 % a 82.80 % del 100 % de la Máxima Densidad Seca.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de California Bearing Ratio, se obtuvo que al añadirle la Cal en un 8%, 14% y 20% aumento progresivamente la capacidad portante o resistencia del suelo al ser penetrado por 1", el CBR al 95 % de un 8 % aumento a un 8.4%, 11.00% y 16.20%. De igual manera, el CBR al 100% de 10 % aumento a un 11.80%, 15.20% y 19.80%. Por otro lado, al añadirle el Cemento Tipo I en un 3%, 4.5% y 6 % aumento progresivamente el CBR al 95 % de un 8 % aumento a un 9.5%, 11.6% y 18%. Así mismo, el CBR al 100% de 10 % aumento a un 12%, 15% y 21%.

**Comparación:** Al observar los antecedentes y los resultados obtenidos por el tesista en el laboratorio, el CBR (California Bearing Ratio) aumento progresivamente, mejorando la capacidad portante o resistencia del suelo al realizar la incorporación con la Cal y Cemento Tipo I, por lo que es similar al resultado del antecedente.

**Antecedente:** Según Moale y Rivero (2019), en su trabajo de investigación, incorporo un 9%, 15% y 21 % de cal al suelo arcilloso, lo cual aumentó el CBR del 95 % de la Densidad Máxima Seca de un 3.1 % a 3.8 %, 5.9 % y 4.1 %. De igual manera, se aumentó el CBR del 100 % de la Densidad Máxima Seca de un 3.7 % a un 5.1 %, 6.4 % y 5.1 %.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de California Bearing Ratio, se obtuvo que al añadirle la Cal en un 8%, 14% y 20% aumento progresivamente la capacidad portante o resistencia del suelo al ser penetrado por 1", el CBR al 95 % de un 8 % aumento a un 8.4%, 11.00% y 16.20%. De igual manera, el CBR al 100% de 10 % aumento a un 11.80%, 15.20% y 19.80%.

**Comparación:** Al observar los antecedentes y los resultados obtenidos por el tesista en el laboratorio, el CBR (California Bearing Ratio) aumento progresivamente, mejorando la capacidad portante o resistencia del suelo al realizar la incorporación de la Cal, por lo que es similar al resultado del antecedente.

**Antecedente:** Según Gómez y Silva (2020) en su trabajo de investigación, incorporo un 2 %, 3.5 % y 5% de cemento al suelo arcilloso, en la cual aumentó el CBR del 95 % de la Densidad Máxima Seca de un 6.9 % a 30.1 %, 45.2 % y 78.1

% . De igual manera, se aumentó el CBR del 100 % de la Densidad Máxima Seca de un 9.4 % a un 38.9 %, 57.7 % y 94.5 %.

**Resultado:** En base a los resultados obtenidos al realizar el ensayo de California Bearing Ratio, se obtuvo que al añadirle el Cemento Tipo I en un 3%, 4.5% y 6 % aumento progresivamente la capacidad portante o resistencia del suelo al ser penetrado por 1", el CBR al 95 % de un 8 % aumento a un 9.5%, 11.6% y 18%. De igual manera, el CBR al 100% de 10 % aumento a un 12%, 15% y 21%.

**Comparación:** Al observar los antecedentes y los resultados obtenidos por el tesista en el laboratorio, el CBR (California Bearing Ratio) aumento progresivamente, mejorando la capacidad portante o resistencia del suelo al realizar la incorporación del Cemento Tipo I, por lo que es similar al resultado del antecedente.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo General:** Se evaluó la influencia de la Cal y Cemento tipo I en la subrasante, para mejorar las Propiedades físicas y mecánicas de la Subrasante (terreno natural), encontrado en la Carretera de la Avenida Toribio Luzuriaga – Paramonga, por ello, se observó cómo se evaluaba cada una de las propiedades en el laboratorio, estas son: 1) al disminuir el Índice de Plasticidad con el ensayo de Límite de Atterberg, 2) al aumentar el Óptimo Contenido de Humedad y 3) al aumentar el CBR.

**Objetivo 1: A)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cal en los ensayos de Límite de Atterberg, ya que influyeron en la disminución del Índice de Plasticidad, disminuyó 1% del Índice de Plasticidad, pasando de 3.5% de la muestra natural a 2.5% al incorporarle un 20 % de Cal. Por lo tanto, la influencia del estabilizante mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo de Límite de Atterberg, en la cual queda comprobada que si disminuye, aunque sea mínimamente.

**B)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cemento tipo I en los ensayos de Límite de Atterberg, ya que no influyeron en la disminución del Índice de Plasticidad más bien aumentó mínimamente, aumento 0.9% del Índice de Plasticidad, pasando de 3.5% de la muestra natural a 4.40% al incorporarle un 6 % de Cemento tipo I. Por lo tanto, la influencia del estabilizante no mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo de Límite de Atterberg, en la cual queda comprobada que no disminuye.

**Objetivo 2: A)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cal en los ensayos de Proctor Estándar, ya que influyeron en el aumento del Óptimo Contenido de Humedad, aumento 1% del OCH, pasando de 13.4% de la muestra natural a 14.4% al incorporarle un 20 % de Cal, de igual manera, se aumentó la Máxima Densidad Seca, de 1.91 gr/cm<sup>3</sup> a 1.964 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, la influencia del estabilizante mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo de Proctor Estándar, en la cual queda comprobada que si aumenta mínimamente.

**B)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cemento tipo I en los ensayos de Proctor Estándar, ya que influyeron en el aumento del Óptimo Contenido de Humedad, aumento 0.2% del OCH, pasando de 13.4% de la muestra natural a 13.6% al incorporarle un 6 % de Cemento tipo I, de igual manera, se aumentó la Máxima Densidad Seca, de 1.911 gr/cm<sup>3</sup> a 1.974 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, la influencia del estabilizante mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo de Proctor Estándar, en la cual queda comprobada que si aumenta mínimamente.

**Objetivo 3: A)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cemento tipo I en los ensayos del CBR (California Bearing Ratio), ya que influyeron en el aumento del CBR al 95 % y el CBR al 100%, aumento 8.2% del CBR al 95 %, pasando de 8% de la muestra natural a 16.20% al incorporarle el 20% de la Cal. De igual manera, aumento 9.8% del CBR al 100%, pasando de 10 % de la muestra natural a 19.8% al incorporarle el 20 % de la Cal. Por lo tanto, la influencia del estabilizante mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo del CBR, en la cual queda comprobada que si aumenta.

**B)** Se realizó la incorporación de los diferentes porcentajes de cemento tipo I en los ensayos del CBR (California Bearing Ratio), ya que influyeron en el aumento del CBR al 95 % y el CBR al 100%, aumento 10% del CBR al 95 %, pasando de 8% de la muestra natural a 18% al incorporarle el 6% de Cemento Tipo I. De igual manera, aumento 11% del CBR al 100%, pasando de 10 % de la muestra natural a 21% al incorporarle el 6 % de Cemento Tipo I. Por lo tanto, la influencia del estabilizante mejoró directamente con los porcentajes que se propuso, con respecto al ensayo del CBR, en la cual queda comprobada que si aumenta.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo 1: A)** En la presente investigación al usar los porcentajes de cal establecido por el tesista, que van de 8% hasta el 20%, en todas ellas se logró disminuir mínimamente los porcentajes de Índice de Plasticidad, pero para continuar con la investigación se recomienda incrementar el porcentaje mayor a 20% para verificar si aún sigue disminuyendo.

**B)** En la presente investigación al usar los porcentajes de cemento tipo I que van de 3% hasta el 6%, en todas ellas no se logró disminuir el porcentaje de Índice de Plasticidad, pero para continuar otra investigación se recomienda disminuir las cantidades menores al 3% de cemento tipo I, hasta disminuir el Índice de plasticidad.

**Objetivo 2: A)** En la investigación, se eligió porcentajes de Cal que iban de 8% hasta un 20%, en los dos primeros porcentajes fue el resultado del Óptimo Contenido de Humedad fue menor a la muestra natural, pero al incorporar el 20 % aumento mínimamente. Pero, en todos los porcentajes de la Densidad Máxima Seca, se logró aumentar, por ello, para continuar la investigación se recomienda incrementar el porcentaje mayor a 20% para verificar si el OCH aún sigue aumentando y hasta qué punto.

**B)** En la investigación, se eligió porcentajes de Cemento Tipo I que iban de 3% hasta un 6%, en los dos primeros porcentajes fue el resultado del Óptimo Contenido de Humedad fue menor a la muestra natural, pero al incorporar el 6% aumento mínimamente. Pero, en todos los porcentajes de la Densidad Máxima Seca, se logró aumentar, por ello, para continuar la investigación se recomienda incrementar el porcentaje mayor a 6% para verificar si el OCH aún sigue aumentando y hasta qué punto.

**Objetivo 3: A)** En la investigación, se eligió porcentajes de Cal que iban de 8% hasta un 20%, en todo ellos se logró aumentar el CBR al 95 % y el CBR al 100% al realizarle la penetración de 1". Por ello, se recomienda incrementar el porcentaje mayor al 20 % para verificar si aún sigue aumentando el CBR, también conocido por capacidad portante o resistencia del suelo.

**B)** En la investigación, se eligió porcentajes de Cemento Tipo I que iban de 3% hasta un 6%, en todo ellos se logró aumentar el CBR al 95 % y el CBR al 100% al realizarle la penetración de 1". Por ello, se recomienda incrementar el porcentaje mayor al 6 % para verificar si aún sigue aumentando el CBR y hasta qué punto se puede llegar a mejorar al incorporarle el Cemento Tipo I.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. BAPTISTA, P. y FERNÁNDEZ, C. *Metodología de la Investigación* [en línea]. Editado por McGraw-Hill. Abril 2014 [fecha de consulta 23 de junio 2021]. ISSN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
2. Concrete Network. *What is cement?* [en línea]. [Fecha de consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://www.concretenetwork.com/cement.html>
3. Diccionario de Arquitectura y Construcción. *Definición de contenido óptimo de Humedad y Conceptos Relacionados* [en línea] [Fecha de consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-contenido+%f3ptimo+de+humedad#:~:text=contenido%20%C3%B3ptimo%20de%20humedad%3A%20Contenido%20de%20agua%20del,la%20humedad%20del%20aire%20en%20que%20est%C3%A1%20contenido.>
4. EBERHARDT, M., ARRÚA, P. y AISSA, G. Comportamiento de suelos limosos con agregado de fibras sintéticas y cemento. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente* [en línea]. 2014, n° 32 [fecha de consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [https://1library.co/document/y9gk21wg-comportamiento-suelos-limosos-agregado-fibras-sinteticas-cemento.html?utm\\_source=search\\_v3](https://1library.co/document/y9gk21wg-comportamiento-suelos-limosos-agregado-fibras-sinteticas-cemento.html?utm_source=search_v3)
5. GARCÍA TORO, J. *Estudio de la Técnica de Suelo-Cemento para la Estabilización de Vías Terciarias en Colombia que posean un alto contenido de Caolín* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2019. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>
6. GÓMEZ ÁVILA, A. y SILVA NAVARRO, E. *Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Patate, 2020* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>



7. GÓMEZ ÁVILA, A. y SILVA NAVARRO, E. *Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020, pág. 46, 63, 65 y 102. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>
8. GÓMEZ ÁVILA, A. y SILVA NAVARRO, E. *Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020, pág. 63 [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>
9. GÓMEZ ÁVILA, A. y SILVA NAVARRO, E. *Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020, pág. 63 [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>
10. GÓMEZ ÁVILA, A. y SILVA NAVARRO, E. *Influencia del Aceite Sulfonado y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía Huaylillas – Buldibuyo en la Provincia de Pataz, 2020* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020, pág. 63 [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25225>
11. GONZÁLEZ GUERRA, J. *Estabilización Mecánica de Suelos Cohesivos a través de la utilización de Cal – Ceniza Volante* [en línea]. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [https://1library.co/document/g5e8d4qq-estabilizacion-mecanica-suelos-cohesivos-traves-utilizacion-ceniza-volante.html?utm\\_source=search\\_v3](https://1library.co/document/g5e8d4qq-estabilizacion-mecanica-suelos-cohesivos-traves-utilizacion-ceniza-volante.html?utm_source=search_v3)
12. Graymont. *What is lime?* [en línea]. [Fecha de consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://www.graymont.com/en/what-lime>
13. HANSEN, O., PORRO, A. y RIVERA, J. Economía en Calles sin Pavimentar de Suelo-Cemento por uso de Agente Estabilizante. *Revista Argentina de*

- Ingeniería* [en línea], 2018, [fecha de consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [https://1library.co/document/zlmnx4ly-economia-calles-pavimentar-suelo-cemento-uso-agente-estabilizante.html?utm\\_source=search\\_v3](https://1library.co/document/zlmnx4ly-economia-calles-pavimentar-suelo-cemento-uso-agente-estabilizante.html?utm_source=search_v3)
14. KAĞAN YILMAZ, M. *Improvement of Expansive Soils by using Cement Kiln Dust* [Online]. Thesis to choose the master's degree in science civil engineering. Middle East Technical University, Turquía, 2014. [Consultation 2 May 2021]. Available at: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12617222/index.pdf>
  15. KUMAR DHAKAL, S. *Stabilization of very weak subgrade soil with cementitious stabilizers* [Online]. Thesis for the degree of Master of Science in Civil Engineering. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 2012. [Consultation 2 May 2021]. Available at: [https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=gradschool\\_theses](https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=gradschool_theses)
  16. MOALE QUISPE, A. y RIVERA JUSTO, E. *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica* [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ\\_A.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ_A.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
  17. NITESH, G. *Stabilization of Clayey Soil using Lime and Cement*. *Indian Geotechnical Society* [online]. 2015, [Consultation date May 2, 2021]. Available at: [https://gndec.ac.in/~igs/ldh/files/igc%202015%20pune/THEME%20%20CHALLENGES%20IN%20EXPANSIVE%20SOILS/IGC-2015\\_submission\\_639.pdf](https://gndec.ac.in/~igs/ldh/files/igc%202015%20pune/THEME%20%20CHALLENGES%20IN%20EXPANSIVE%20SOILS/IGC-2015_submission_639.pdf)
  18. PANDEY, P. y MISHRA, M. *Research Methodology: Tools and Techniques* [en línea]. Romania: Bridge Centes, 2015, pág. 15, 53, 57, 106. [Fecha de consulta 24 junio 2021]. ISBN: 978-606-93502-7-0. Disponible en: <http://euacademic.org/BookUpload/9.pdf>
  19. PANDEY, P. y MISHRA, M. *Research Methodology: Tools and Techniques* [en línea]. Romania: Bridge Centes, 2015, pág. 106. [Fecha de consulta 24

- junio 2021]. ISBN: 978-606-93502-7-0. Disponible en: <http://euacademic.org/BookUpload/9.pdf>
20. Pavement Interactive. *Subgrade* [en línea]. [Fecha de consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://pavementinteractive.org/reference-desk/design/design-parameters/subgrade/>
21. RODRIGUEZ YUPANQUI, V. y SILVA ALCANTARA, J. *Estabilización de Suelos Adicionando Cemento Portland Tipo I más Cal Hidratada en Vías Afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE\\_ING.CIVIL\\_VERONIKA.RODRIGUEZ\\_JORDY.SILVA\\_VIAS.AFIRMADAS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE_ING.CIVIL_VERONIKA.RODRIGUEZ_JORDY.SILVA_VIAS.AFIRMADAS_DATOS.PDF)
22. RODRIGUEZ YUPANQUI, V. y SILVA ALCANTARA, J. *Estabilización de Suelos Adicionando Cemento Portland Tipo I más Cal Hidratada en Vías Afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019, pág. 18, 20, 21, 27, 28, 29, 30, 31, 33 y 34. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE\\_ING.CIVIL\\_VERONIKA.RODRIGUEZ\\_JORDY.SILVA\\_VIAS.AFIRMADAS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE_ING.CIVIL_VERONIKA.RODRIGUEZ_JORDY.SILVA_VIAS.AFIRMADAS_DATOS.PDF)
23. RODRIGUEZ YUPANQUI, V. y SILVA ALCANTARA, J. *Estabilización de Suelos Adicionando Cemento Portland Tipo I más Cal Hidratada en Vías Afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019, pág. 27 y 30. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE\\_ING.CIVIL\\_VERONIKA.RODRIGUEZ\\_JORDY.SILVA\\_VIAS.AFIRMADAS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE_ING.CIVIL_VERONIKA.RODRIGUEZ_JORDY.SILVA_VIAS.AFIRMADAS_DATOS.PDF)

24. RODRIGUEZ YUPANQUI, V. y SILVA ALCANTARA, J. *Estabilización de Suelos Adicionando Cemento Portland Tipo I más Cal Hidratada en Vías Afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019, pág. 18, 20. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE\\_ING.CIVIL\\_VERONIKA.RODRIGUEZ\\_JORDY.SILVA\\_VIAS.AFIRMADAS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5553/1/RE_ING.CIVIL_VERONIKA.RODRIGUEZ_JORDY.SILVA_VIAS.AFIRMADAS_DATOS.PDF)
25. SÁNCHEZ ALBÁN, M. *Estabilización de Suelos Expansivos con Cal y Cemento en el Sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí* [en línea]. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2014. [Consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11180/TESIS-PUCE-S%c3%a1nchez%20Alb%c3%a1n%20Mar%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K. *Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística* [en línea]. Editado por la Universidad Ricardo Palma. Junio 2018, pág. 35, 79, 80 y 124. [fecha de consulta 23 de junio 2021]. ISBN: 978-612-47351-4-1. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
27. SODERLUD, O. *Stabilization of Soft Soil with Lime and PetritT* [Online]. Thesis to obtain the title of Civil Engineer in Master's Degree. Luleå University of Technology, 2018. [Consultation 2 May 2021]. Available at: <https://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1249638/FULLTEXT02.pdf>
28. WHITE, H. y SABARWAL, S. *Diseño y métodos cuasiexperimentales* [en línea]. Editado por Unicef. Septiembre 2014 [fecha de consulta 23 de junio 2021]. Disponible en: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables.

TÍTULO:		Influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021					
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE	CAL	Según Rodríguez y Silva (2019), nos dice que, "La cal es el resultado que se obtiene incinerando la piedra caliza por menor temperatura de alteración del óxido de calcio".	La Cal se usara como estabilizante de la subrasante, en la cual se le va incorporar porcentajes del 8%, 14% y 20% del peso de la subrasante, empleandose para ello 04 combinaciones, estas son: N, N+8%, N+14% y N+20%, con el objetivo de una mejora en las propiedades de la subrasante.	Porcentajes de la Cal	Aplicando la Cal al 8% del peso de la Subrasante Aplicando la Cal al 14% del peso de la Subrasante Aplicando la Cal al 20% del peso de la Subrasante	RAZÓN	<b>Metodo:</b> Científico <b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de Investigación:</b> Correlacional (Directa-Indirecta) <b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi-Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Todos los ensayos realizados para la obtención de datos. <b>Muestra:</b> 7 Ensayo de Límite de Atterberg 7 Ensayo de Proctor Estándar 7 Ensayos de CBR <b>Muestreo:</b> No-Probabilístico <b>Técnica:</b> Observación Directa <b>Intrumento de Investigación:</b> Ficha de Recolección de datos Ficha de de Resultados del Laboratorio según NTP y ASTM
	CEMENTO TIPO I	Según Rodríguez y Silva (2019), nos dice que, "El cemento es elaborado a través de la trituración y calcinación caliza y arcilla, compuesto en su mayor porcentaje por silicatos de calcio hidráulicos que contiene diversas formas de sulfato de calcio como suma durante la trituración".	El Cemento Tipo I se usara como estabilizante de la subrasante, en la cual se le va a incorporar porcentajes del 3%, 4.5% y 6% del peso de la subrasante, empleandose para ello 04 combinaciones, estas son: N, N+3%, N+4.5% y N+6%, con el objetivo de una mejora en las propiedades de la subrasante.	Porcentajes del Cemento Tipo I	Aplicando el Cemento Tipo I al 3% del peso de la Subrasante Aplicando el Cemento Tipo I al 4.5% del peso de la Subrasante Aplicando el Cemento Tipo I al 6% del peso de la Subrasante	RAZÓN	
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Según Gómez y Silva (2019) nos dice que, "La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento".	Para el mejoramiento de la subrasante se realizará ensayos con dos productos, la Cal y el Cemento Tipo I, donde evaluaremos su influencia dentro de las Propiedades Físicas y Mécanicas de la subrasante, para ello se medira con los ensayos correspondientes en el laboratorio, en la cual se disminuira del Índice de Plasticidad, se aumentara el Óptimo Contenido de Humedad y se aumentara el CBR. Finalmente los resultados obtenidos se procesan segun la NTP y el ASTM.	Propiedades Físicas	Índice de Plasticidad	RAZÓN	
				Propiedades Físicas	Óptimo Contenido de Humedad	RAZÓN	
				-Propiedades Mecánicas	CBR	RAZÓN	

## Anexo 2: Matriz de Consistencia.

Título: <b>Influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021</b>						
Autor: <b>JESÚS GIOVANNI MUÑOZ TORRES</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿De qué manera influye la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?	Evaluar la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	La Cal y Cemento Tipo I mejoran las propiedades de la subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	V1. CAL	D1: Porcentaje de la Cal	I1: Aplicando la Cal al 8% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
					I2: Aplicando la Cal al 14% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
					I3: Aplicando la Cal al 20% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
			V2. CEMENTO TIPO I	D2: Porcentaje del Cemento Tipo I	I4: Aplicando el Cemento Tipo I al 3% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
					I4: Aplicando el Cemento Tipo I al 4.5% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
					I4: Aplicando el Cemento Tipo I al 6% del peso de la Subrasante	Ficha de Recolección de datos <b>Anexo 3</b>
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>DEPENDIENTE</b>			
¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el Índice de Plasticidad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?	Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el Índice de Plasticidad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	La Cal y Cemento Tipo I disminuye el Índice de Plasticidad en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	D3: PROPIEDADES FÍSICAS	I5: Índice de Plasticidad	Ficha de Resultados del Laboratorio según NTP 339.129 y ASTM D - 4318 <b>(Anexo 4 - C)</b>
¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el Óptimo Contenido de Humedad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?	Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el Óptimo Contenido de Humedad de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	La Cal y Cemento Tipo I aumenta el Óptimo Contenido de Humedad en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.			I6: Óptimo Contenido de Humedad	Ficha de Resultados del Laboratorio según NTP 339.142 y ASTM D - 698 <b>(Anexo 4 - F)</b>
¿Cuánto influye la Cal y Cemento Tipo I en el CBR de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021?	Determina la influencia de la Cal y Cemento Tipo I en el CBR de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.	La Cal y Cemento Tipo I aumenta el CBR en la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021.		D4: PROPIEDADES MECÁNICAS	I7: CBR	Ficha de Resultados del Laboratorio según NTP 339.145 y ASTM D - 1883 <b>(Anexo 4 - I)</b>

### Anexo 3: Ficha de Recolección de Datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Cal y Cemento

"Influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021"

#### Parte A: Datos generales

Tesista: Jesús Giovanni Muñoz Torres

Fecha: Lima, 27 de Septiembre

#### Parte B: Cal

8%	OK
14%	OK
20%	OK

Tesis: ~~Moala~~, A. y Rivera, G. (2019), Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica: 9%, 15%, 21%

#### Parte C: Cemento

3%	OK
4.5%	OK
6%	OK

Tesis: Gómez, A. y Silva, E. (2020), Influencia del Aceite ~~Sulfonado~~ y Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de la Vía ~~Huayllas - Suldibuyo~~ en la Provincia de Pataz, 2020: 2%, 3.5%, 5%

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Palomino Mayta  
Nombres: Álvaro  
Título: Ingeniero Civil  
Grado: Bachiller  
Nº Reg. CIP: 255063  
Firma:

  
Ing. Alvaro Palomino Mayta  
Gerente de Proyectos  
CIP: 255063

Apellidos: Padilla Pichen  
Nombres: Santos Ricardo  
Título: Ingeniero Civil  
Grado: Magister  
Nº Reg. CIP: 51630  
Firma:

  
SANTOS RICARDO PADILLA PICHEN  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 51630

Apellidos: Requena Soto  
Nombres: Elías  
Título: Ingeniero Civil  
Grado: Bachiller  
Nº Reg. CIP: 52920  
Firma:

  
ELÍAS REQUENA SOTO  
CIP: 52920  
INGENIERO CIVIL



# Anexo 4-A: Ficha de Resultado del Laboratorio

## Ensayo del Análisis Granulométrico de la Calicata-2



**CERTIFICADO** : LABC-004-2021/EMS-JGMT -  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO, ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA - PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN** : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR** : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR** : ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA** : 16 DE SEPTIEMBRE DEL 2.021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GROSOS (MTC E204 - ASTM 136 - AASHTO T27)						
TAMIZ	Apertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION
10"	254.000					
9"	228.600					
8"	203.200					
7"	177.800					
6"	152.400					
5"	127.000					
4"	101.600					
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"	9.500					
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750				100.0	
Nº 8	2.360	18.00	3.6	3.6	96.4	
Nº 10	2.000	10.0	2.0	2.0	98.0	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840	25.0	5.0	7.0	93.0	
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	58.5	11.7	18.7	81.3	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177	95.4	19.1	19.1	80.9	
Nº 100	0.150	14.1	2.8	21.5	78.5	
Nº 200	0.075	32.2	6.4	28.0	72.0	
< Nº 200	FONDO	264.8	53.0	80.9		

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
CALICATA	Nº 2
MUESTRA	M - 1
PRDF. (m)	0.00 - 1.50
LUGAR	AV. TORIBIO LUZURIAGA

TAMAÑO DE LA GRAVA	
TAM. MAXIMO	
TAM. NOMINAL	

PORCENTAJES DE MATERIALES (%)	
GRAVA	0.0
ARENA	28.0
FINOS	72.0

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4328)	
Limite Líquido	29.0
Limite Plástico	25.2
Índice de Plasticidad	3.8

CLASIFICACION	
Clasificación (SUCS)	ML
Clasificación (AASHTO)	A-4 (8)
Módulo de Fineza	0.0
Materia Orgánica	NO
Turba	NO

CONTENIDO DE HUMEDAD	
6.1 %	
OBSERVACIONES:	



*Elías Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## Anexo 4-B: Ficha de Resultado del Laboratorio

### Ensayo de Clasificación de Suelos de la Calicata-2



**CERTIFICADO :** LABC-005-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE :** ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO, ESCUELA DE ING. CIVIL.  
**PROYECTO :** "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN :** AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR :** TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.  
**REV. POR ING°:** ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA :** 16 DE SEPTIEMBRE DEL 2,021

### CLASIFICACION DE SUELOS


#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>CALICATA :</b>	N° 2	<b>PROF. (m). :</b>	0.00 - 1.50
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>LUGAR :</b>	AV. TORIBIO LUZURIAGA.

SERIE AMERICAN	ABERTURA (mm)	PORCENTAJES	
		RET.	PASA
6"	152.400		100.00
5"	127.000	-	100.00
4"	101.600	-	100.00
3"	76.200	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	100.00
2"	50.800	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	100.00
1"	25.400	-	100.00
3/4"	19.050	-	100.00
1/2"	12.700	-	100.00
3/8"	9.525	-	100.00
1/4"	6.350	-	100.00
N° 4	4.760	-	100.00
N° 6	3.360	-	100.00
N° 8	2.380	-	100.00
N° 10	2.000	2.00	98.00
N°16	1.190	-	98.00
N° 20	0.840	-	98.00
N° 30	0.590	-	98.00
N° 40	0.426	11.70	86.30
N° 50	0.297	-	86.30
N° 80	0.177	-	86.30
N° 100	0.149	-	86.30
N° 200	0.074	6.44	79.86
- N° 200	-	52.96	

<b>HUMEDAD NATURAL (%)</b>	
<b>LIMITE LIQUIDO (%)</b>	29
<b>INDICE PLASTICO (%)</b>	4
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	ML
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>	A-4 (8)

  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

## Anexo 4-C: Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de Límite de Atterberg con la Muestra Natural (P).

	<b>LABCENTERSUELOS SAC</b> RUC. 20408066957 CIMENTACIONES Y PAVIMENTACIONES	
<b>CERTIFICADO :</b> LABC-010-2021/EMS-JGMT		
<b>SOLICITANTE :</b> ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL		
<b>PROYECTO :</b> "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA - PARAMONGA-2021"		
<b>UBICACIÓN :</b> AV. TORIBIO LUZURIAGA DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.		
<b>HECHO POR :</b> TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS		
<b>REV. POR ING.:</b> ELIAS REQUENA SOTO		
<b>FECHA :</b> 09 DE NOVIEMBRE DEL 2,021		

**LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

<b>MATERIAL :</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PATRON</b>
-------------------	----------------	---------------

<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
CALICATA :	C - 2	MUESTRA :	M - 1
PROF. (m) :	0.00 - 1.50	UBICACION :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de recipiente	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.
Peso del recipiente (C)	gr.
Peso del agua (A-B)	gr.
Peso del suelo seco (B-C)	gr.
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%
Nro. DE GOLPES	

LÍMITE LÍQUIDO		
4	5	6
40.04	40.77	40.00
35.66	36.21	36.37
21.66	21.48	21.44
4.76	4.66	4.28
14.32	14.73	14.93
33.24	30.96	28.67
17	27	35

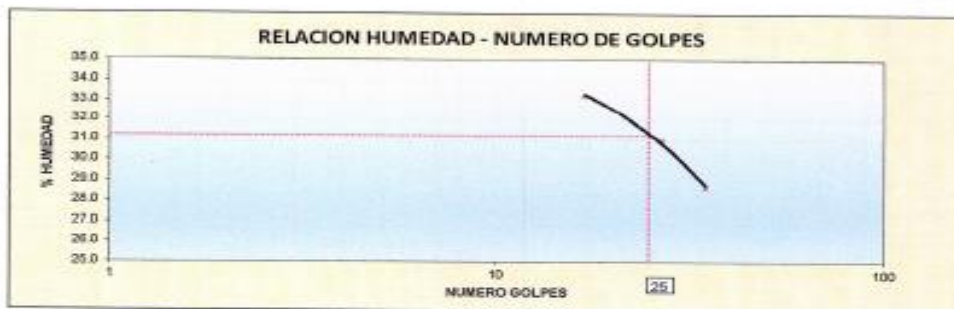
LÍMITE PLÁSTICO	
33	34
29.59	29.52
25.80	25.93
12.00	12.51
3.79	3.69
13.25	13.42
26.60	26.75

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de recipiente	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.
Peso del recipiente (C)	gr.
Peso del agua (A-B)	gr.
Peso del suelo seco (B-C)	gr.
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%

HUMEDAD NATURAL	

LÍMITE DE CONTRACCIÓN	
Nro. de recipiente	
Muestra inalterada	
Peso del suelo seco	gr.
Peso molde + mercurio	gr.
Peso del molde	gr.
Peso mercurio	gr.
Volumen de la pastilla	cc

RESULTADOS / PARAMETROS	LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
OBTENIDOS	31.2	27.7	3.6



**OBSERVACIONES:**

*Raul Jorge Leon Campos*  
RAUL JORGE LEON CAMPOS  
TECNICO  
SUELOS, CIMENTACION Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
ELIAS REQUENA SOTO  
CIP 52920  
INGENIERO CIVIL

# Anexo 4-D: Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de Límite de Atterberg al incorporar un 20 % de Cal.



**CERTIFICADO** : LABC-020-2021/EMS-JGNT  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA - PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN** : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA  
**HECHO POR** : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR ING.**: ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA** : 09 DE NOVIEMBRE DEL 2,021

**LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

<b>MATERIAL</b> :	<b>CAL</b>	<b>20%</b>
-------------------	------------	------------

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALICATA :	C - 2	MUESTRA :	M - 1
PROF. (m) :	0.00 - 1.50	UBICACIÓN :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de recipiente	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.
Peso del recipiente (C)	gr.
Peso del agua (A-B)	gr.
Peso del suelo seco (B-C)	gr.
Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100]	%
Nro. DE GOLPES	

LÍMITE LÍQUIDO		
8	20	17
40.70	40.74	40.72
35.74	36.02	36.22
20.49	20.60	20.56
4.96	4.72	4.90
15.25	15.62	15.64
32.52	30.61	28.77
16	28	31

LÍMITE PLÁSTICO	
30	31
29.42	29.46
26.05	26.51
12.61	12.58
3.37	3.97
13.44	12.90
25.07	30.70

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Nro. de recipiente	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.
Peso del recipiente (C)	gr.
Peso del agua (A-B)	gr.
Peso del suelo seco (B-C)	gr.
Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100]	%

HUMEDAD NATURAL		

LÍMITE DE CONTRACCIÓN		
Nro. de recipiente		
Muestra inalterada		
Peso del suelo seco	gr.	
Peso molde + mercurio	gr.	
Peso del molde	gr.	
Peso mercurio	gr.	
Volumen de la pastilla	cc	

RESULTADOS / PARAMETROS	LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
OBTENIDOS	30.4	27.9	2.5



**OBSERVACIONES:**

*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

**Anexo 4-E: Ficha de Resultado del Laboratorio**

Ensayo de Límite de Atterberg al incorporar un 6 % de Cemento Tipo I.



**CERTIFICADO** : LABC-016-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN** : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA  
**HECHO POR** : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR ING.** : ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA** : 09 DE NOVIEMBRE DEL 2,021

**LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
 MTC E111 - ASTM D424 - AASHTO T90

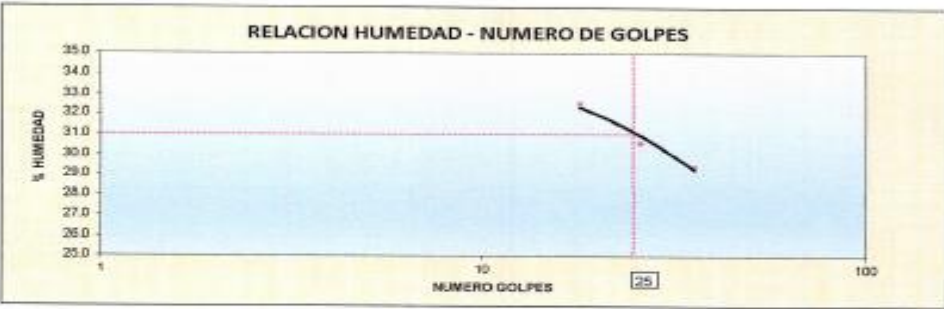
<b>MATERIAL</b> :	<b>CEMENTO</b>	<b>6.0%</b>
-------------------	----------------	-------------

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
<b>CALICATA</b> :	C - 2
<b>PROF. (m)</b> :	0.00 - 1.50
<b>MUESTRA</b> :	M - 1
<b>UBICACIÓN</b> :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		25	9	12	37	35
Nro. de recipiente						
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	40.83	40.70	40.81	30.11	29.91
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	38.88	38.94	38.20	26.42	26.25
Peso del recipiente (C)	gr.	20.65	20.22	20.51	12.53	12.55
Peso del agua (A-B)	gr.	4.95	4.81	4.61	3.69	3.65
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	15.23	15.72	15.69	13.89	13.70
Cont. Humedad [W=(A-B)/(B-C)*100	%	32.50	30.60	29.38	26.57	26.72
Nro. DE GOLPES		18	25	30		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE DE CONTRACCIÓN	
				Nro. de recipiente	
Nro. de recipiente					
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.				
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.				
Peso del recipiente (C)	gr.				
Peso del agua (A-B)	gr.				
Peso del suelo seco (B-C)	gr.				
Cont. de Hum. [W=(A-B)/(B-C)*100	%				
Muestra inalterada					
Peso del suelo seco	gr.				
Peso molde + mercurio	gr.				
Peso del molde	gr.				
Peso mercurio	gr.				
Volumen de la pastilla	cc				

RESULTADOS / PARAMETROS	LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
OBTENDIDOS	31.0	26.6	4.4



**OBSERVACIONES:**

*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELO DE CEMENTO + ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

**Anexo 4-F: Ficha de Resultado del Laboratorio**

**Ensayo de Proctor Estándar con la Muestra Natura (P).**



**CERTIFICADO** : LABC-011-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN** : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR** : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR** : ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA** : 09 DE NOVIEMBRE DEL 2021

**RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR STANDARD)**  
(DINCE 16 - ASTM 1698)

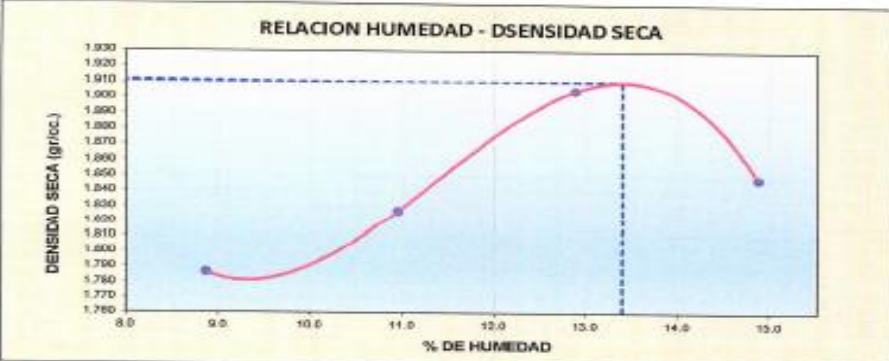
<b>MATERIAL</b> :	<b>MUESTRA</b>	<b>PATRON</b>
-------------------	----------------	---------------

<b>CALICATA</b> :	C - 2	<b>MUESTRA</b> :	M - 1
<b>PROF. (m)</b> :	0.00 - 1.50	<b>UBICACION</b> :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Volumen Molde	948	m3	Numero de capas
Peso Molde	3749	gr	Numero de golpes
			3
			25

<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,593	5,671	5,786	5,762
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,844	1,922	2,039	2,013
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.95	2.03	2.15	2.12
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	228.4	258.3	254.0	220.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	209.8	232.8	225.0	191.5
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	18.6	25.5	29.0	28.5
Peso del suelo seco	gr.	210	233	225	192
Contenido de agua	%	8.9	11.0	12.9	14.9
Densidad Seca	gr/cc	1.787	1.827	1.905	1.848

<b>RESULTADOS</b>				
Densidad Máxima Seca	1.911	gr/cc.	Humedad óptima	13.4 %



**OBSERVACIONES :**

*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

## Anexo 4-G: Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de Proctor Estándar al incorporar un 20 % de Cal.



**CERTIFICADO** : LABC-021-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA - PARAMONGA-2021"  
 AV. TORIBIO LUZURIAGA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA  
**HECHO POR** : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR** : ELIAS REQUENA SOTO.  
**FECHA** : 09 DE NOVIEMBRE DEL 2.021

**RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR STANDARD)**  
(MTC E116 - ASTM D698)

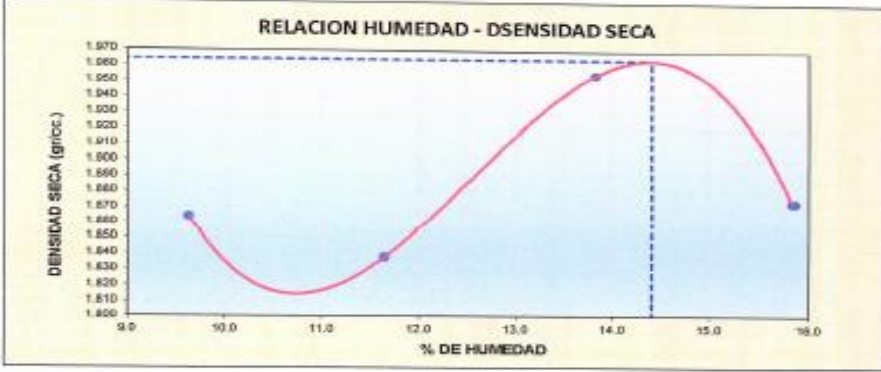
<b>MATERIAL</b> :	<b>CAL</b>	<b>20%</b>
-------------------	------------	------------

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b> :	C - 2	<b>MUESTRA</b> :	M - 1
<b>PROF. (m)</b> :	0.00 - 1.50	<b>UBICACIÓN</b> :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Volumen Molde</b>	948	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Numero de capas</b>
<b>Peso Molde</b>	3749	<b>gr.</b>	<b>Numero de golpes</b>
			3
			25

<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,666	5,694	5,858	5,808
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,937	1,945	2,108	2,057
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.04	2.05	2.22	2.17
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	462.4	426.7	416.6	458.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	421.8	382.2	366.0	395.6
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr.	40.6	44.5	50.6	62.7
Peso del suelo seco	gr.	422	382	366	396
Contenido de agua	%	9.6	11.6	13.8	15.8
Densidad Seca	gr/cc	1.864	1.838	1.954	1.873

<b>RESULTADOS</b>				
Densidad Máxima Seca	1.954	gr/cc	Humedad óptima	14.4 %



**OBSERVACIONES :**

*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CIMENTOS Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

## Anexo 4-H: Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de Proctor Estándar al incorporar un 6 % de Cemento Tipo I.

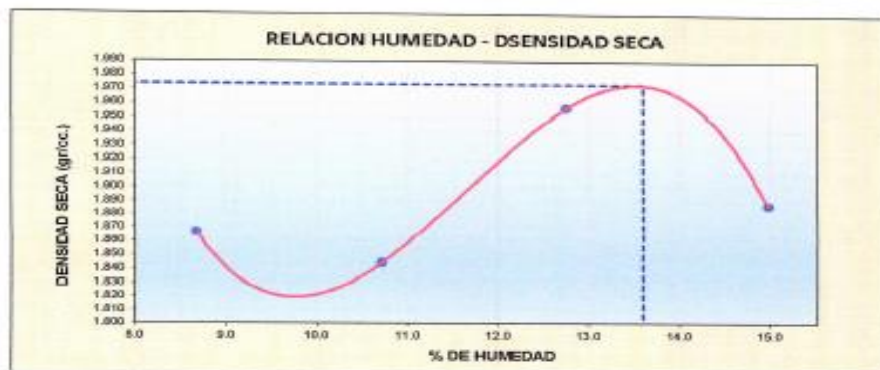


**CERTIFICADO** : LABC-017-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
 AV. TORIBIO LUZURIAGA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA  
**HECHO POR** : TÉCNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR** : ELIAS REQUEÑA SOTO  
**FECHA** : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2021

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PROCTOR STANDARD) (MTC/E116 - ASTM D698)			
<b>MATERIAL</b> :	<b>CEMENTO</b>	<b>6.0%</b>	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b> :	C - 2	<b>MUESTRA</b> :	M - 1
<b>PROF. (m)</b> :	0.00 - 1.50	<b>UBICACION</b> :	AV. TORIBIO LUZURIAGA
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Volumen Molde</b>	948	<b>m3</b>	<b>Numero de capas</b>
<b>Peso Molde</b>	3749	<b>gr.</b>	<b>Numero de golpes</b>
			3
			25

NUMERO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,872	5,885	5,841	5,805	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,923	1,936	2,062	2,056	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,03	2,04	2,21	2,17	
Recipiente Número		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	259.8	284.1	296.2	318.5	
Peso Suelo Saco + Tara	gr.	236.9	256.8	262.7	277.0	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	20.7	27.5	33.5	41.5	
Peso del suelo seco	gr.	239	257	263	277	
Contenido de agua	%	8.7	10.7	12.8	15.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.867	1.845	1.957	1.886	

RESULTADOS				
Densidad Máxima Seca	1.974	gr/cc.	Humedad óptima	13.6 %



**OBSERVACIONES :**

*[Firma]*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TÉCNICO  
 SUELOS, PAVIMENTO Y ASPALTO

*[Firma]*  
 ELIAS REQUEÑA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL



## Anexo 4-I: Ficha de Resultado del Laboratorio

### Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la Muestra Natura (P).



**CERTIFICADO :** LABC-022-2021/EMS-JGMT  
**PROPIETARIO :** ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO :** "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN :** AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR :** TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR ING<sup>o</sup> :** ELIAS REQUENA BOTO  
**FECHA :** 16 DE NOVIEMBRE DEL 2021

#### VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASTHO T 190

MATERIAL :	MUESTRA	PATRON
CALICATA : N° 2	MUESTRA :	M - 1
PROF. (m): 1.00 - 1.50	LUGAR :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

#### CALCULO

	1	2	3
Molde N°	005	005	005
Capas N°	056	025	012
Condicón de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12,456	13,004	12,434
Peso de molde (g)	7,940	8,552	8,166
Peso del suelo húmedo (g)	4,516	4,452	4,268
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,085	2,126	2,110
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.167	2.092	2.023
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	263.4	270.4	302.4
Peso suelo seco + tara (g)	249.9	235.9	261.4
Peso de tara (g)	-	-	-
Peso de agua (g)	33.5	34.5	41.0
Peso de suelo seco (g)	249.9	235.9	261.4
Contenido de humedad (%)	13.4	14.6	15.7
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.825	1.749

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/21	0	13.25	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
13/11/21	24	13.25	4	0.102	0.086	6	0.152	0.133	9	0.229	0.199
14/11/21	48	13.25	6	0.152	0.133	9	0.229	0.199	13	0.330	0.287
15/11/21	72	13.25	8	0.203	0.177	13	0.330	0.287	17	0.432	0.375
16/11/21	96	13.25	9	0.229	0.199	15	0.381	0.331	19	0.483	0.420

#### PENETRACION

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
	mm	pulg.	STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION	CORRECCION
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>		%
0.000	0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.635	0.025		2	15			2	15			2	15		
1.270	0.050		10	50			8	41			5	28		
1.905	0.075		18	85			15	71			10	50		
2.540	0.100	70.455	28	126	140	9.9	23	107	118	8.3	20	93	100.8	7.1
3.810	0.150		43	194			35	159			30	137		
5.080	0.200	105.68	63	269	313	14.7	50	225	268.5	12.6	43	194	215.8	10.1
6.350	0.250		101	448			90	400			70	313		
7.620	0.300		180	796			150	663			110	495		
10.160	0.400		300	1321			240	1058			200	882.4		
12.700	0.500		370	1627			339	1491.8			300	1320.7		

**RAUL JORGE LEON CAMPOS**  
 TECNICO  
 SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

**ELIAS REQUENA BOTO**  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL



# LABCENTERSUELOS SAC

RUC: 20400366957  
CIMENTACIONES Y PAVIMENTACIONES



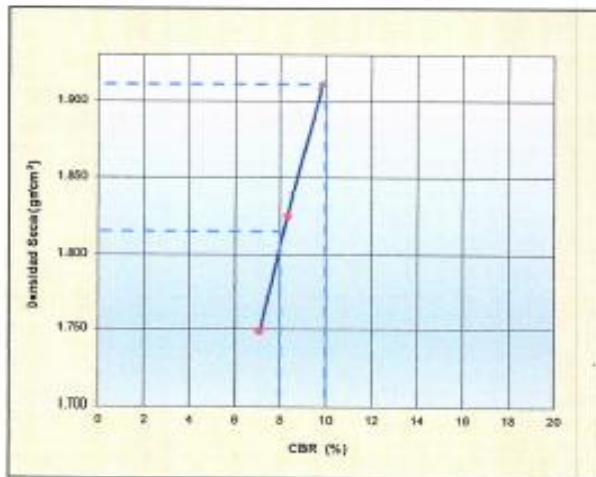
CERTIFICADO : LABC-023-2021/EMS-JGMT  
 SOLICITANTE : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA.  
 UBICACIÓN : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
 HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.  
 REV. POR ING°: ELIAS REQUENA SOTO  
 FECHA : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2021

## VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)

MTS E 132 - ASTM D 1553 - AASHTO T 190

MATERIAL :	MUESTRA	PATRON	
CALICATA :	N° 2	MUESTRA :	M - 1
PROF. (m) :	0.00 - 1.50	LUGAR :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

## REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION :	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :	1.911
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	13.4
2% MAXIMA RENEBRIDAD (g/cm³) :	1.013

### RESULTADOS:

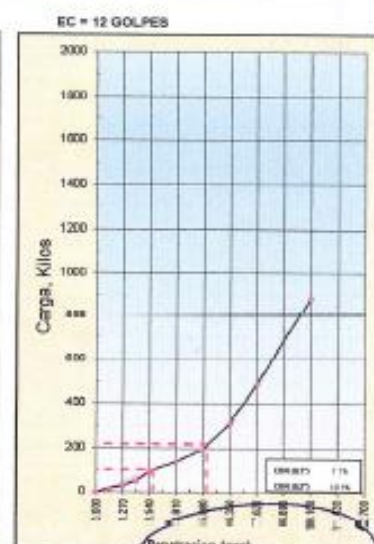
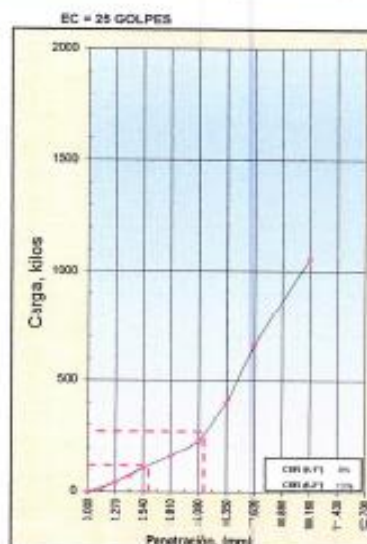
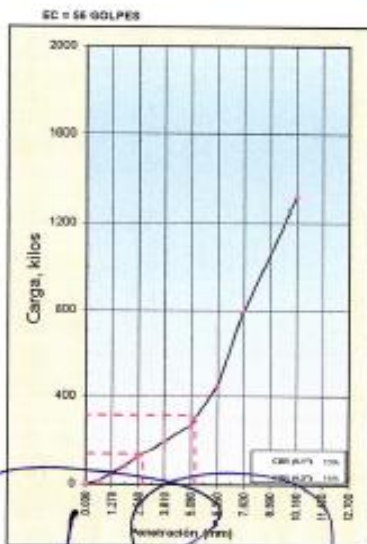
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	10.0	%
VALOR DE C.B.R. al 95% DE LA M.D.S. a 1"	=	8.0	%

### EXPANSION

56 GOLPES	0.190	%
25 GOLPES	0.331	%
12 GOLPES	0.420	%

### OBSERVACIONES:

EL ENSAYO SE REALIZO CON EL SUELO NATURAL DE LA CALICATA.  
 No. 2 - MUESTRA PATRON



*Raul Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

*Elías Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

## Anexo 4-J. Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) al incorporar un 20 % de Cal.



**CERTIFICADO** : LABC-036-2021/EMS-JGMT  
**PROPIETARIO** : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN** : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR** : TÉCNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR ING.** : ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA** : 18 DE NOVIEMBRE DEL 2021

**VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)**  
 MTC E 132 - ASTM D 1083 - AASTHO T 190

<b>MATERIAL</b> :	<b>CAL</b>	<b>20%</b>	
<b>CALICATA</b> :	N° 2	<b>MUESTRA</b> :	M - 1
<b>PROF. (m).</b> :	1.00 - 1.50	<b>LUGAR</b> :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

**CALCULO**

Molde N°	12	11	10
Capas N°	005	005	005
Golpes por capa N°	096	025	012
Condición de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13,254	12,933	13,005
Peso de molde (g)	8,410	8,360	8,589
Peso del suelo húmedo (g)	4,844	4,573	4,417
Volumen del molde (cm³)	2,156	2,114	2,110
Densidad húmeda (g/cm³)	<b>2.247</b>	<b>2.163</b>	<b>2.093</b>
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	320.5	362.4	370.4
Peso suelo seco + tara (g)	280.3	315.2	317.2
Peso de tara (g)	-	-	-
Peso de agua (g)	40.2	47.2	53.2
Peso de suelo seco (g)	280.3	315.2	317.2
Contenido de humedad (%)	14.3	15.0	16.8
Densidad seca (g/cm³)	<b>1.965</b>	<b>1.881</b>	<b>1.793</b>

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/11/21	0	19:45	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
15/11/21	24	19:45	2	0.051	0.044	4	0.102	0.088	5	0.127	0.110
16/11/21	48	19:45	3	0.078	0.066	6	0.152	0.133	8	0.203	0.177
17/11/21	72	19:45	3	0.078	0.066	7	0.178	0.155	9	0.229	0.199
18/11/21	96	19:45	3	0.078	0.066	8	0.203	0.177	11	0.279	0.243

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-12		MOLDE N°		M-11		MOLDE N°		M-10	
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg/cm2		%
0.000	0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.635	0.025		4	23			7	36			6	32		
1.270	0.050		12	58			15	71			16	76		
1.905	0.075		21	96			25	115			20	93		
2.540	0.100	<b>70.455</b>	41	185	281	<b>19.7</b>	36	164	245	<b>17.3</b>	31	142	153.4	<b>10.8</b>
3.810	0.150		68	304			60	269			44	199		
5.080	0.200	<b>105.60</b>	105	466	689	<b>32.3</b>	92	409	501.1	<b>23.5</b>	66	296	317.6	<b>14.9</b>
6.350	0.250		162	716			120	532			102	453		
7.620	0.300		255	1123			155	685			133	589		
10.160	0.400		326	1435			322	1417			284	1250.5		
12.700	0.500		510	2241			437	1921.2			361	1588.0		

RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TÉCNICO  
 SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL



# LABCENTERSUELOS SAC

RUC. 20408066957  
CIMENTACIONES Y PAVIMENTACIONES



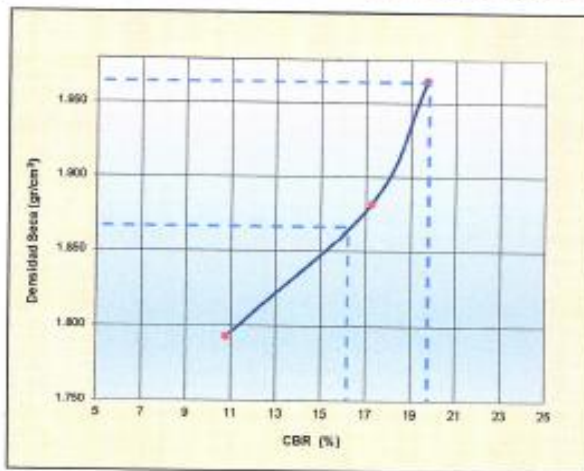
**CERTIFICADO :** LABC-037-2021/EMS-JGMT  
**SOLICITANTE :** ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO :** "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN :** AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR :** TÉCNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS,  
**REV. POR ING\*:** ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA :** 16 DE NOVIEMBRE DEL 2,021

## VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)

MTS E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T 190

<b>MATERIAL :</b>	<b>CAL</b>		<b>20%</b>
<b>CALICATA :</b>	<b>N° 2</b>	<b>MUESTRA :</b>	<b>M - 1</b>
<b>PROF. (m) :</b>	<b>0.00 - 1.50</b>	<b>LUGAR :</b>	<b>AV. TORIBIO LUZURIAGA</b>

## REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

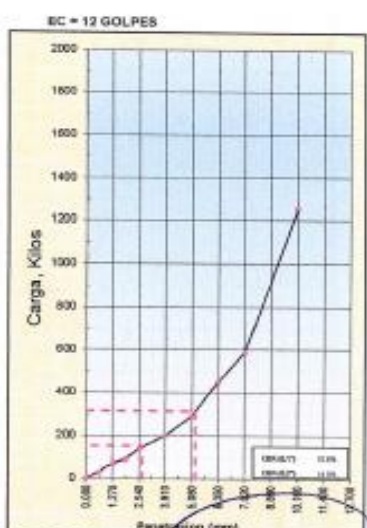
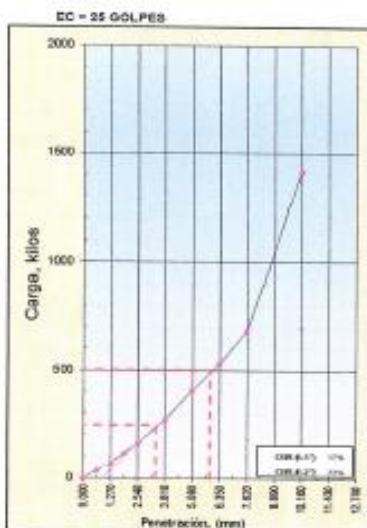
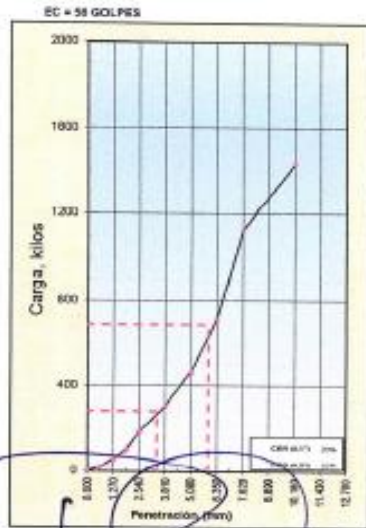


<b>METODO DE COMPACTACION :</b>	AASHTO T-190
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :</b>	1.954
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :</b>	14.4
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) :</b>	1.898

<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 19.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 16.2 %

<b>EXPANSION</b>	
56 GOLPES	0.056 %
25 GOLPES	0.177 %
12 GOLPES	0.243 %

<b>OBSERVACIONES:</b>	



*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TÉCNICO  
 SUELOS, CIMENTACIONES Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

## Anexo 4-K: Ficha de Resultado del Laboratorio

Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) al incorporar un 6 % de Cemento Tipo I.



**CERTIFICADO :** LABC-028-2021/EMS-JGMT  
**PROPIETARIO :** ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
**PROYECTO :** "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
**UBICACIÓN :** AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
**HECHO POR :** TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS  
**REV. POR ING.º :** ELIAS REQUENA SOTO  
**FECHA :** 16 DE NOVIEMBRE DEL 2021

### VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR) MTC E 132 - ASTM D 1553 - AASTHO T 190

MATERIAL :	CEMENTO	6%	
<b>CALICATA :</b>	Nº 2	<b>MUESTRA :</b>	M - 1
<b>PROF. (m).</b>	1.00 - 1.50	<b>LUGAR :</b>	AV. TORIBIO LUZURIAGA

#### CALCULO

	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Molde Nº	11	12	13
Capas Nº	005	005	005
Golpes por capa Nº	056	025	012
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13,036	13,144	12,700
Peso de molde (g)	8,304	8,491	8,327
Peso del suelo húmedo (g)	4,732	4,653	4,373
Volumen del molde (cm³)	2,114	2,156	2,102
Densidad húmeda (g/cm³)	2.238	2.158	2.080
Tara (Nº)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	326.1	335.1	339.4
Peso suelo seco + tara (g)	287.9	293.5	294.2
Peso de tara (g)	-	-	-
Peso de agua (g)	38.2	41.6	45.2
Peso de suelo seco (g)	287.9	293.5	294.2
Contenido de humedad (%)	13.3	14.2	15.4
Densidad seca (g/cm³)	1.978	1.890	1.803

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/21	0	10:10	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
14/11/21	24	10:10	1	0.025	0.022	2	0.051	0.044	4	0.102	0.088
15/11/21	48	10:10	2	0.051	0.044	2	0.051	0.044	5	0.127	0.110
16/11/21	72	10:10	2	0.051	0.044	3	0.076	0.066	7	0.178	0.155
17/11/21	96	10:10	3	0.076	0.066	4	0.102	0.088	8	0.203	0.177

#### PENETRACION

PENETRACION	CARGA		MOLDE Nº		M-11		MOLDE Nº		M-12		MOLDE Nº		M-13	
	STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>		%
0.000	0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.635	0.025		4	23			4	23			5	28		
1.270	0.050		14	67			16	76			10	50		
1.905	0.075		26	120			25	115			18	85		
2.540	0.100	79.455	44	199	298	21.0	38	172	203	18.5	24	111	214.8	15.1
3.810	0.150		76	330			61	273			41	185		
5.080	0.200	105.68	112	497	713	33.4	98	435	595.8	26.6	73	326	478.3	22.4
6.350	0.250		155	685			131	580			105	485		
7.620	0.300		260	1145			185	817			145	641		
10.100	0.400		411	1807			337	1483			234	1061.4		
12.700	0.500		493	2167			400	1759.0			351	1544.2		

RAUL JORGE LEON CAMPOS  
TECNICO  
SUELOS CEMENTO Y ASFALTO

ELIAS REQUENA SOTO  
CIP 52920  
INGENIERO CIVIL



# LABCENTERSUELOS SAC

RUC: 20408066957  
CIMENTACIONES Y PAVIMENTACIONES



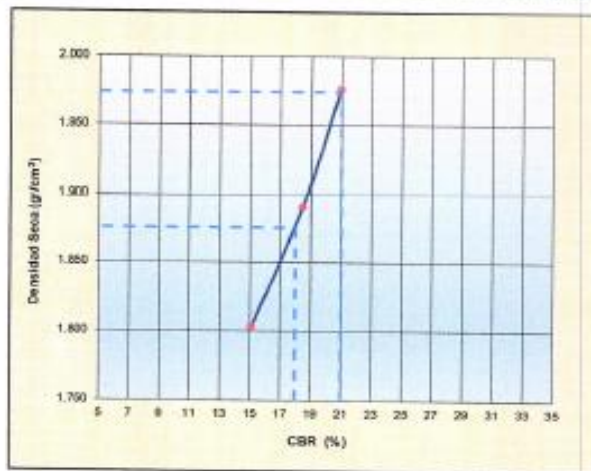
CERTIFICADO : LABC-029-2021/EMS-JGMT  
 SOLICITANTE : ALUMNO: JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, X CICLO ESCUELA DE ING. CIVIL  
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CAL Y CEMENTO TIPO I EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA TORIBIO LUZURIAGA, PARAMONGA-2021"  
 UBICACIÓN : AV. TORIBIO LUZURIAGA  
 DISTRITO DE PARAMONGA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA.  
 HECHO POR : TECNICO RAUL JORGE LEON CAMPOS.  
 REV. POR ING\*.: ELIAS REQUENA SOTO  
 FECHA : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2,021

## VALOR RELATIVO DE SPORTE (CBR)

BTC E 132 - ASTM D 1583 - AASHTO T 190

MATERIAL :	CEMENTO		6%
CALICATA :	N° 2	MUESTRA :	M - 1
PROF. (m) :	0.00 - 1.50	LUGAR :	AV. TORIBIO LUZURIAGA

## REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION :	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.974
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.875

### RESULTADOS:

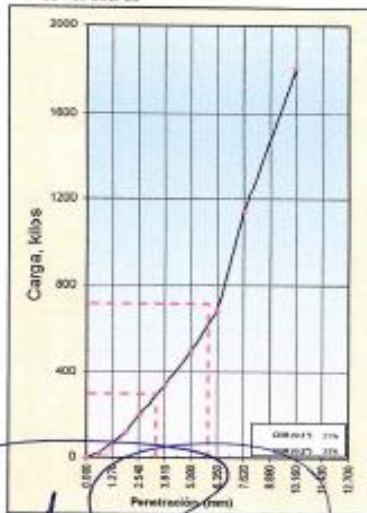
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	21.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	18.0 %

### EXPANSION

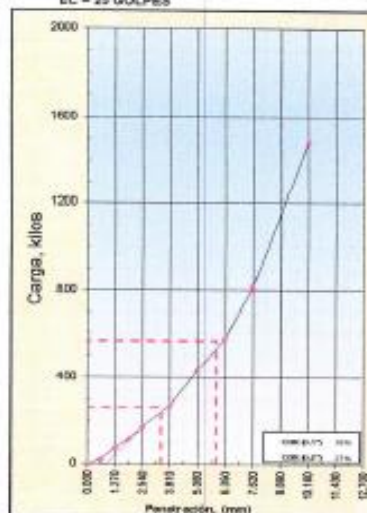
56 GOLPES	0.068 %
25 GOLPES	0.068 %
12 GOLPES	0.177 %

### OBSERVACIONES:

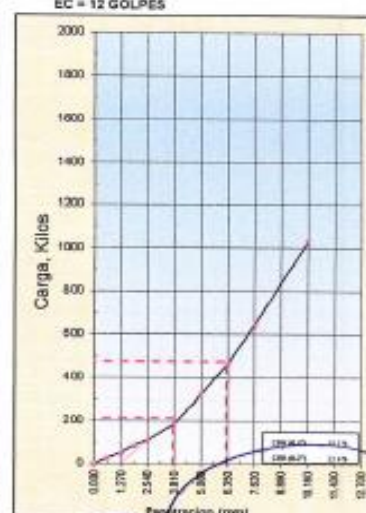
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Raul Jorge Leon Campos*  
 RAUL JORGE LEON CAMPOS  
 TECNICO  
 SUELOS, CEMENTO Y ASFALTO

*Elias Requena Soto*  
 ELIAS REQUENA SOTO  
 CIP 52920  
 INGENIERO CIVIL

Pje: Quinta Cardenas Nº 384 - HUACHO.

Tel.: 01-6393630 / Cel. 954651383

E-mail : suetoslab\_leon@hotmail.com

## Anexo 5: Fotografías



Calicata – 1



Extracción de la Calicata-1



Extracción de la Calicata-2



Calicata-3



Muestra - Ensayo de Granulometría



Balanza Calibrada



Ensayo de Clasificación de Suelo



Ensayo de Límite de Atterberg



Cemento Tipo I



Pesando el Cemento



Muestra Natura + Cemento Tipo I



Cal



Ensayo de Proctor Estándar



Ensayo de CBR



# Anexo 6. Prueba de Turnitin.

Feedback Studio - Perfil 1: Microsoft Edge  
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1713791478&s=1&u=1117664898&lang=es&student\_user=1

feedback studio JESUS GIOVANNI MUÑOZ TORRES Influencia de la Cal y Cemento Tipo I en las Propiedades de la Subrasante en la Avenida Micaela Bastidas, Paramon\_ ?

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de la cal y cemento tipo I en las propiedades de la subrasante en la Avenida Toribio Luzuriaga, Paramonga-2021\*

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR:**  
Muñoz Torres, Jesús Giovanni  
<https://orcid.org/0009-0001-7760-1299>

**ASESOR:**  
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo  
<https://orcid.org/0000-0002-8662-3203>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

2021

**Resumen de coincidencias**

**23 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	repositorio.ucv.edu.pe	13 %	>
	Fuente de Internet		
2	repositorio.upn.edu.pe	2 %	>
	Fuente de Internet		
3	hdl.handle.net	2 %	>
	Fuente de Internet		
4	repositorio.upao.edu.pe	1 %	>
	Fuente de Internet		
5	Entregado a Universida...	1 %	>
	Trabajo del estudiante		
6	repositorioacademico...	<1 %	>
	Fuente de Internet		
7	Entregado a Universida...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		

Página: 1 de 47    Número de palabras: 11648    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado