



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el Centro Poblado El Potao, Barranca – 2020”.

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

**AUTOR:**

Ruiz López, Geysin Yuler (ORCID: [0000-0001-5330-0267](https://orcid.org/0000-0001-5330-0267))

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: [0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

Está presente investigación, es dedicada a Dios, mis padres y a mis hermanos, ya que me dan la confianza y la fuerza necesaria para poder lograr mis metas. Son un ejemplo a seguir, por darme el tiempo necesario, las palabras correctas de aliento y de nunca rendirse ni mucho menos bajar los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba. Gracias por todo LOS AMO FAMILIA.

### **Agradecimiento**

Agradezco primordialmente a Dios, por encaminarme y darme la fuerza necesaria para afrontar los problemas que me ha puesto, permitiendo haber llegado hasta este instante de mi formación profesional. A mis queridos padres, por ser mi motivo de superación, siendo el pilar de mi vida y manifestando en todo momento su amor y apoyo incondicional. Mis hermanos, por hacerme entender que uno es lo que desea ser, por aconsejarme hasta el punto de reaccionar y demostrar lo que soy capaz, con la mitad de la altura pero con el doble de talento.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas .....	IV
Índice de figuras.....	v
Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
3.1. Tipo de diseño de investigación .....	28
3.2. Variables y operacionalización .....	29
3.3. Población, muestra y muestreo .....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos .....	32
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

<b>TABLA N°01</b> - <i>Propiedades de la resina poliuretano</i> .....	13
<b>TABLA N° 02</b> - <i>Tipos de suelo</i> .....	14
<b>TABLA N°03</b> - <i>Valores típicos de consistencia del suelo</i> .....	18
<b>TABLA N° 04</b> - <i>Interpretación de símbolos de granos gruesos</i> .....	19
<b>TABLA N° 05</b> - <i>Interpretación de símbolos de granos finos</i> .....	19
<b>TABLA N° 06</b> - <i>Sistema CUCS</i> .....	20
<b>TABLA N° 07</b> - <i>Sistema unificado de clasificación de suelos- Suelos de grano fino</i> .....	21
<b>TABLA N° 08</b> - <i>Clasificación de suelos</i> .....	22
<b>TABLA N° 09</b> - <i>Condiciones para la clasificación de suelos</i> .....	22
<b>TABLA N° 10</b> - <i>Condiciones de índice de grupo</i> .....	23
<b>TABLA N° 11</b> - <i>Índice de grupo (IG)</i> .....	23
<b>TABLA N°12</b> - <i>Sistema ASSTHO</i> .....	24
<b>TABLA N°13</b> - <i>Resumen del ensayo proctor modificado</i> .....	26
<b>TABLA N°14</b> - <i>Norma tecnica ce. 10 pavimento urbano</i> .....	30
<b>TABLA N°15</b> - <i>Zona de estudio</i> .....	33
<b>TABLA N°16</b> - <i>Análisis granulométrico por tamizado ASTM D6913</i> .....	37
<b>TABLA N°17</b> – <i>Curva granulométrica C –1</i> .....	38
<b>TABLA N°18</b> – <i>Curva granulométrica C –2</i> .....	38
<b>TABLA N°19</b> - <i>Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO</i> .....	39
<b>TABLA N°20</b> - <i>Cuadro comparativo de los ensayos de Limite Liquido</i> .....	41
<b>TABLA N°21</b> - <i>Cuadro comparativo de los ensayos de Limite Plástico</i> .....	42
<b>TABLA N°22</b> - <i>Cuadro comparativo de los ensayos de Índice de Plasticidad</i> ..	43
<b>TABLA N°23</b> - <i>Cuadro comparativo de Densidad Máxima Seca (gr/cm3)</i> .....	44
<b>TABLA N°24</b> - <i>Cuadro comparativo de la Humedad Óptima (%)</i> .....	45
<b>TABLA N°25</b> - <i>Datos de Proctor modificado C-2</i> .....	46
<b>TABLA N°26</b> - <i>Cuadro comparativo de CBR 95%</i> .....	47
<b>TABLA N°27</b> - <i>Cuadro comparativo de CBR 100%</i> .....	48
<b>TABLA N°28</b> - <i>Cuadro comparativo de CBR 100% y el 95%</i> .....	49

## Índice de figuras

<b>FIGURA N°01</b> - Centro Poblado El Potao .....	2
<b>FIGURA N°02</b> – Embace de resina poliuretano .....	12
<b>FIGURA N°03</b> - Cal .....	15
<b>FIGURA N°04</b> - El cemento portland.....	16
<b>FIGURA N°05</b> - Cloruro de calcio.....	16
<b>FIGURA N°06</b> - Polímeros y Resinas.....	16
<b>FIGURA N°07</b> - Límites de atterberg.....	18
<b>FIGURA N°08</b> - Índice de Plástico .....	18
<b>FIGURA N°09</b> - Formula empírica.....	23
<b>FIGURA N°10</b> - Ecuación para calculo California Bearing Ratio (CBR).....	27
<b>FIGURA N°11</b> - Ubicación satelital del Centro Poblado El Potao.....	33
<b>FIGURA N°12</b> - Croquis del Centro Poblado el Potao – Barranca .....	34
<b>FIGURA N°13</b> - Profundidad excavada de la Calicata C-1.....	35
<b>FIGURA N°14</b> - profundidad excavada de la Calicata C-2 .....	35
<b>FIGURA N°15</b> - Resina de Poliuretano (A y B) .....	36
<b>FIGURA N°16</b> - Pesado y distribución de terreno natural .....	36
<b>FIGURA N°17</b> - Horno y tamizado para el análisis granulométrico .....	37
<b>FIGURA N°18</b> - Aplicación de los porcentajes de resina de poliuretano.....	39
<b>FIGURA N°19</b> - Comparación de los resultados de Límite Líquido.....	41
<b>FIGURA N°20</b> - Comparación de los resultados de Límite Plástico .....	42
<b>FIGURA N°21</b> - Comparación de los resultados de Índice de Plasticidad .....	43
<b>FIGURA N°22</b> - Resultados de la Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ).....	44
<b>FIGURA N°23</b> - Resultados de la Humedad Óptima (%) .....	45
<b>FIGURA N°24</b> - Resultado de Proctor modificado del Terreno natural .....	46
<b>FIGURA N°25</b> - Resultado de CBR 95%.....	47
<b>FIGURA N°26</b> - Resultado de CBR 100%.....	48
<b>FIGURA N°27</b> - Resultado de CBR 100% y 95%.....	49

## Resumen

La estabilización de suelos es la alteración de sus propiedades con el fin de aumentar su capacidad portante. Esta investigación evalúa un producto relativamente nuevo en el mercado: Estabilizador resina de poliuretano, el cual es fabricado por una empresa y distribuida en el Perú por la empresa SILIKA MOLDES E INSUMOS; según se indica permitirá aumentar la capacidad de soporte del suelo, lo que se demostró a través de la presente tesis. El objetivo de esta investigación fue evaluar el porcentaje de resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante. Para el desarrollo de este proyecto de investigación Primero se realizaron 2 calicatas para la obtención de muestras en la zona rural del Centro Poblado El Potao, el componente se trasladó a la ciudad de Lima en los establecimientos del laboratorio INGEOCONTROL, con base en las Normas Técnicas Peruanas. El estudio se centró en la muestra más deficiente de suelo (arcilloso) y las alteraciones en la capacidad portante (CBR) después el uso del aditivo químico nombrado. Al concluir la tesis se consiguió determinar que la capacidad portante (CBR) del suelo Arcilla arenosa de baja plasticidad (CL), del 95% de CBR fue la muestra patrón de 0.1" fue 8.7% y en 0.2" tuvo 9.5", mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó en 0.1" un 10.3 % y en 0.2" tuvo 11%, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado en 0.1" un 12.1% y en 0.2" tuvo 13.2%, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado en 0.1" un 13.6% y en 0.2" tuvo 15.4%. Asimismo del 100% de CBR a muestra patrón de 0.1" fue 11.4% y en 0.2" tuvo 10.9", mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó en 0.1" un 14.1 % y en 0.2" tuvo 13.1%, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado en 0.1" un 16.8% y en 0.2" tuvo 15.9%, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado en 0.1" un 21.2% y en 0.2" tuvo 20.3%.

**PALABRAS CLAVES:** Estabilización de la subrasante, Estabilizador resina de poliuretano, capacidad portante (CBR).

## Abstract

Soil stabilization is the alteration of its properties in order to increase its bearing capacity. This research evaluates a relatively new product on the market: Polyurethane resin, which is manufactured by a company and distributed in Peru by the company SILIKA MOLDES E INSUMOS; As indicated, it will allow to increase the support capacity of the soil, which was demonstrated through this thesis. The objective of this research was to evaluate the percentage of polyurethane resin for the stabilization of the subgrade. For the development of this research project First, 2 pits were made to obtain samples in the rural area of the El Potao Poblado Center, the component was transferred to the city of Lima in the INGEOCONTROL laboratory establishments, based on the Technical Standards Peruvian. The study focused on the poorest soil sample (clay) and the alterations in bearing capacity (CBR) after the use of the named chemical additive. At the conclusion of the thesis, it was possible to determine that the bearing capacity (CBR) of the soil Sandy clay of low plasticity (CL), of 95% of CBR was the standard sample of 0.1 "was 8.7% and in 0.2" it had 9.5 ", while at Incorporating the polyurethane resin with a percentage of 0.5% resulted in 0.1 ", 10.3% and in 0.2" it had 11%, also a percentage of 1.0% was applied giving me as a result in 0.1 "a 12.1% and in 0.2" it had 13.2 %, subsequently a percentage of 1.5% was added, resulting in 0.1 "a 13.6% and in 0.2" it had 15.4%. Likewise, the 100% CBR to the 0.1 "standard sample was 11.4% and in 0.2" it had 10.9 ", while incorporating the polyurethane resin with a percentage of 0.5% resulted in 0.1", 14.1% and in 0.2 "it had 13.1 %, also a percentage of 1.0% was applied giving me as a result in 0.1 "a 16.8% and in 0.2" it had 15.9%, later a percentage of 1.5% was added resulting in 0.1 "a 21.2% and in 0.2" it had 20.3%.

**KEYWORDS:** Subgrade stabilization, Polyurethane resin stabilizer, bearing capacity (CBR).

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El diseño de infraestructura vial es esencial para el crecimiento de un país, ya que nos permite ampliar la capacidad de zonas que proporcionan producción, tales como: La agricultura, la pesca, la ganadería, productos de exportación (esparrago, marigold, algodón, entre otros), la industria manufacturera (mueblerías, panificadoras, calzados, vinos, bebidas, gaseosas, etc.). Por lo cual esto ocasiona el desarrollo de nuestro país.

Por ello, realizar vías de acceso sin tener el conocimiento del tipo de suelo puede ocasionar diferentes obstáculos, ya que abra fallas que afecten la transitabilidad de los vehículos. Para obtener un resultado confiable es necesario realizar estudios rigurosos con métodos de obras apropiadas, esta no detalla tener una capacidad portante estable de los suelos realizándose capaz que nos permita sobrellevar diferentes muestra de peso. Una de las causa es el elevado valor que se determina para realizar un análisis de suelos. La estabilización de los suelos consta en el mejoramiento del suelo natural añadiendo un elemento, que habitualmente es cemento o cal. Las virtudes que percibimos de la estabilización son las siguientes: utilizar suelos de diminuta calidad, esquivando su extracción y trasporte; disminuyendo la sensibilidad del agua de los suelos, incrementando la resistencia a la erosión y diferentes situaciones climáticas, autorizando el tránsito por terreno voluble y adquirir una información concisa para el mejoramiento del pavimento que coopere a la estructura. (Piqueras, 2014).

Una actual sugerencia es estabilizar los suelos aplicando estabilizadores químicos, la cual presenta excelentes rendimientos, Según López (2010), señala que los ensayos exhiben combinaciones de suelo y polímero reduce el incremento alrededor de 40%, correspondiente al suelo natural.

El presente proyecto se ubica en una zona rural llamada C.P. El Potao que se encuentra a 10 minutos de la Provincia de Barranca, donde la carretera que los enlazan está elaborada sin haber realizado un análisis de suelos. La vía de acceso hacia el C.P. El Potao se presenta deficiencias, ya que no está elaborada para excesivas cantidades de vehículos pesados, por lo cual

depende de cuánto sea la producción (papa, fresa, uva, camote, maíz, pimentón, ajo, ají, entre otros.), mientras más producción tenga se requerirá mayor vehículas para el transporte de la mercadería, ya que como mucho sabemos la Provincia de barranca se dedica a la agricultura.

En base al problema exhibido, la presente tesis plantea una estabilización de suelos mediante el uso de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante. La estabilización de los suelos con resina de poliuretano se ha empleado en diferentes lugares del mundo. En la actualidad, nos brinda su respaldo demostrando gran potencial y utilidad que facilita la obra en campo asegurando su calidad.

Finalmente, sería esencial determinar las ventajas técnicas de estabilización de suelos con resina de poliuretano para optar emplear en nuestro medio, y así se consiga desarrollar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de baja calidad.

***FIGURA N°01 - Centro Poblado El Potao.***



## **FORMACIÓN DEL PROBLEMA**

**Problema general;** consiste en ¿De qué manera la resina de poliuretano mejora la estabilización de suelos en la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020?

**Problemas específicos;** ¿Cuánto será la plasticidad del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020? ¿Cuánto será la densidad máxima seca con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020? ¿Cuál será la resistencia mecánica del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020?

## **JUSTIFICACIÓN**

**PRÁCTICA.-** La investigación tiene como objetivo innovar la capacidad portante de la subrasante empleando el estabilizador químico resina de poliuretano en el Centro Poblado EL Potao, Barranca – 2020; se observa en distintos sectores el deterioro de la zona sin pavimentar, donde transitan vehículos pesados. Las autoridades solo realizan arreglos mínimos, realizando las mismas fallas, por ello es obligatorio integrar emplear novedosas tecnologías para resolver estos problemas. En la investigación se aplicó la resina de poliuretano para el mejoramiento de la resistencia del suelo y percibir la dosis óptima del estabilizador químico.

**SOCIAL.-** Aportará de modo significativa en los proyectos de construcción de obras viales a sectores que presenten características similares a los estudios de suelo analizados, asimismo como instrumento para los profesionales de ingeniería, brindando información de la resina de poliuretano donde nos ofrece un proyecto más rápido, eficaz y económico para innovar las propiedades del suelo en pavimentos de sectores rurales y urbanas.

**ECONÓMICA.-** La investigación accederá disminuir las construcciones y rehabilitaciones de obras viales de pavimento realizadas por las diferentes entidades por medio de aplicación de aditivos químicos; asimismo su sencilla aplicación adquiere menor esfuerzo humano y mano de obra.

**AMBIENTAL.-** Al emplear la resina de poliuretano observamos que es inmóvil después del curado, percibiendo que no hay desechos ni emisión de polvos.

**Objetivo general;** consiste en determinar el porcentaje de la resina de poliuretano para la estabilización de suelo en la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020.

**Objetivos específicos;** Determinar cuánto es el incremento de porcentaje de la plasticidad del suelo con resina de poliuretano para el mejoramiento de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.

Determinar cuánto es el incremento de porcentaje de la densidad máxima seca con resina de poliuretano para el mejoramiento de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.

Determinar la resistencia mecánica de suelo con resina de poliuretano para el mejoramiento de la subrasante del C.P. el Potao, Barranca – 2020.

**Hipótesis General;** La aplicación de la resina de poliuretano influye para la estabilización de suelo en la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.

**Hipótesis específicos;** La plasticidad influye en el mejoramiento de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.

La densidad seca influye en el mejoramiento de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.

La resistencia mecánica de suelo influye en el mejoramiento de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales, menciona que Curitomay (2018), en su tesis titulada *“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLÍMEROS DE TIPO COPOLIMERO, APLICADO A OBRAS VIALES DE MEDIANO TRANSITO EN LA CARRETERA PUCALOMA - YANAYACU, DISTRITO DE SOCOS”*. Tuvo como objetivo de investigación evaluar y mejorar las propiedades físicas-mecánicas del suelo en vías de me mediano tránsito, con capa de propiedad arcillosa, aplicando un polímero. Fue un estudio experimental, su población de estudio se realizó en el Distrito de Socos, en la carretera que conecta Comunidad Campesina de Pucaloma y la Comunidad Campesina de Andres Avelino Caceres de Yanayacu, su muestra y muestreo fue las carreteras, se realizaron 4 calicatas que se tomaran como muestra, posteriormente siendo analizadas. Los instrumentos son el desarrollo de los ensayos de limites atteberg, proctor modificado, CBR. Los principales resultados que el terreno patrón y adicionando los porcentajes de 10%, 12% y 14% hay un incremento. Asimismo concluyo que este copolimero nos permite aumentar la capacidad portante según se incremente el porcentaje.

Palomino (2016), en su investigación titulada *“CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DE UN SUELO ARCILLOSO, CON LA INCORPORACIÓN DEL ESTABILIZADOR MAXXSEAL 100”*. Tuvo como objetivo de investigación definir la capacidad portante (CBR) de un suelo con una capacidad de arcillosas relevante al agregarle el estabilizador Maxxseal 100 a una concentración de 2,4 y 6%. Fue un estudio de tipo experimental, su población de estudio son 12 muestras de suelo arcilloso con integración de Maxx-seal100, su muestra y muestreo fue los pobladores, obtenida de la NTP 339.175, que dispone 3 muestras de suelos para el análisis de CBR. Los instrumentos utilizados son el análisis de densidad máxima seca y CBR, a las distintas muestras de suelo e integrando el 2, 4 y 6% del estabilizador Maxx-seal 100. Los principales resultados fue determinar que el contenido de humedad promedio del espécimen es de 27.6%. Se concluyó que en los ensayos dio como resultado que es arcilla (baja a media) por medio del catálogo de SUCS y de acuerdo al procedimiento de clasificación AASHTO corresponde a A-7-6 (5) conveniente a suelos arcillosos.

Maldonado Y Sarrin, (2018), en su tesis de *“Estabilización del suelo con fines de pavimentación del valle san Rafael con ceniza de Cascara de arroz añadiendo 5%, 10% y 15%. Casma – Ancash – 2018”*. Tuvo como objetivo de investigación determinar cuánto influye las características del suelo adicionando 5, 10 y 15% de ceniza de cascara de arroz. Fue un estudio de tipo no experimental, la población de estudio es el suelo natural que se encuentra en el valle San Rafael, su muestra y muestreo es la adquisición de resultados, según el reconocimiento de suelos del Ministerio de Transporte se seleccionó utilizar un muestrario en cada kilómetro de la zona de estudio, realizándose cinco calicatas, los instrumentos utilizados fueron por uso del reglamento, son herramientas dadas por medio de la normativa ASTM, los principales resultados fueron mejorar el CBR del suelo, transformándolo en suelo calificado para poder utilizado como subrasante. Concluyo que la cantidad que influye de ceniza de cáscara de arroz en las características del suelo, consigue aumentar formidablemente según los resultados.

De la Cruz y Salcedo (2016), realizaron una investigación cuyo título es *“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE ADITIVOS (ECO ROAD 2000) PARA PAVIMENTACIÓN EN PALIAN – HUANCAYO – JUNÍN”*. Tuvo como objetivo de investigación evaluar la transformación de las propiedades de los suelos cohesivos de la zona de investigación, en concordancia a sus propiedades, al utilizar la composición química Eco Road 2000, así como determinar el aumento del CBR en los suelos al adicionar el aditivo y evaluar al agregar diversa cantidades de aditivo, el grado de capacidad del información adquirida de las especificaciones técnicas. Fue un análisis de tipo experimental y método cuantitativo. Los principales resultados fueron descubrir que secuela del aditivo fue mayor en las calicatas f C-4, C-5, C-7, C-8, C10, necesario a la alta parte (%) de moléculas finas que abarca las siguientes (71.30%, 73.50%, 74.00%, 81.60%, 74. 80%). Con relación a la dosis de aditivo a añadir 0.067 L/m<sup>3</sup>, constituida en sus especificaciones técnicas, la medición 1lt/19m<sup>3</sup>, la supera en un 57%. Prosiguiendo con las secuelas de los ensayos de CBR al añadir el aditivo en un elemento de sub-base menciona que siete calicatas logran un CBR de 40%, igualmente se evaluó que 2 calicatas

sobrepasa el 30% de CBR del 20%, cuales cálculos resultaron ser 38.55%, 36.10%, 21.70% correspondiente, lo cual señala que las 2 primeras se catalogan como una extraordinaria subrasante y la última se cataloga como buena subrasante necesario a su validez de CBR está en la categoría de 20% a 30%. Concluyo que al añadir el aditivo Eco Road 2000 aumenta la rapidez de crecimiento y retracción del suelo natural, y en efecto el incremento de las características físicas-mecánicas y su consistencia.

Godoy (2018), realizó una investigación titulada *“Modificación de la capacidad portante de la subrasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en pavimento flexible en la av. Ganaderos – Surco, 2018”*. Tuvo como objetivo de investigación evaluar la capacidad portante de la subrasante al incorporar una cantidad del estabilizador químico MAXX – SEAL 200. Determinar la capacidad portante de la subrasante al añadir un porcentaje del estabilizador químico MAXX-SEAL 200 en la Av. Ganaderos - Surco, 2018. Fue un análisis de tipo experimental, la población de análisis fue realizada por una distancia de un kilómetro de suelos de subrasante, muestra y muestreo fue 24 ensayos de suelos de subrasante, la muestra no fue posible de muestra intencional porque se eligió los ensayos de suelos de la subrasante para imponer a experimentación con las distintas proporciones de dosis del estabilizador químico MAXX – SEAL 200, los instrumentos aplicados fueron fichas de recopilación de datos para reconocer los valores cuantitativos adquiridos de los estudios en laboratorio. Los principales resultados fueron evaluar las propiedades físicas y características mecánicas de suelos de subrasante. Finalizó que la capacidad de soporte de la subrasante incrementa significativamente al porcentaje al añadir el estabilizador MAXX – SEAL 200 (OL); adquiriendo valores para un CBR al 95% a 0.1” con el ensayo de terreno natural 7.65% añadiendo el 6.8 y 10 se consiguió valores de CBR de 10.2%, 12.85% y 17.55% relativamente.

Antecedentes internacionales, menciona que Sánchez (2014), en una investigación nominada *“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL Y CEMENTO EN EL SECTOR CALCICAL DEL CANTÓN TOSAGUA PROVINCIA DE MANABÍ”*. Tuvo como objetivo de investigación estabilizar el suelo por medio del empleo de cemento y cal, para disminuir su potencia de crecimiento. Fue un estudio tipo experimental, las muestras han sido adquiridas de la zona de Calcical del Cantón Tosagua, la zona de muestreo se localiza en la vía a Bahía, los instrumentos aplicados son ensayos del CBR en laboratorio. Los resultados obtuvieron una disminución del índice de hinchamiento de 15 a 25%, con cemento se consiguió disminuir entre 46 a 63%; si se añade una proporción de 5% se consigue una disminución de 33 a 41% de cal el índice de crecimiento se ve reducido en categoría de 67 a 46% y con cemento 86 a 90%. Se concluyó que la zona de investigación cumple los requisitos para ser estabilizado ya sea con cal o con cemento, ya que muestra un valor de contenido orgánico 0.22% menos al 1% precedente.

Altamirano y Díaz (2015), en la investigación denominada *“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE CAL EN LAS VÍAS DE LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO DEL PEGÓN, MUNICIPIO POTOSÍ- RIVAS”*. Tuvo como propósito obtener una estabilización de suelos cohesivos en las autopistas localiza en San Isidro del Pegón, con el componente de cal. Fue un análisis de tipo experimental, la población de ensayos fueron las distintas calicatas que se realizaron en la zona de San Isidro de Pegón. Los resultados permiten acceder a características índices y propiedades mecánicas del suelo de acuerdo a las clasificaciones del ASTM y AASHTO. Concluyo que no cumpla con los estándares solicitados, sin embargo se consiguió un mejoramiento notable en sus propiedades y teniendo en cuenta que una obra vial, implica realizar la estabilización de una subrasante, puede ser utilizada permanentemente y también para diseñar las diversas estructuras del pavimento.

Gavillanes (2015), en la investigación nombrada *“ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL EN EL SECTOR DE SANTOS PAMBA BARRIO COLINAS DEL SUR”*. Tuvo como objetivo examinar y determinar las características físicas y características mecánicas por ello resulta la modificaciones y un excelente estabilizador suelos en la zona de Santos Pamba utiliza cierta cantidad como cemento y cal proporcionado evaluar el estabilizador de plasticidad de acuerdo a su componente de subrasante. Es un análisis de tipo experimental, población de estudio de laboratorio y campo, una vez localizada el lugar donde realizaremos la investigación debemos obtener muestra y luego serán puestas en 2 fundas herméticas con 2 estudios distintos de la subrasante y llevadas al laboratorio para sus estudios adecuado. Los principales resultados fueron al terreno natural siendo llevada al laboratorio dándonos como resultados 2, 4, 6 y 8% de conglomeración ya sea el cemento o cal.

Golfín (2019), en la investigación nombrada *“MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTES CON CEMENTO HIDRÁULICO EN VÍAS NO PAVIMENTADAS”*. Tuvo como objetivo proponer una mejora de suelos plásticos, mediante el uso de cemento hidráulico a la subrasante en vías no pavimentadas. Esta mejora se aplica con cemento hidráulico, es un tipo MM/C. Los sectores seleccionados para ejecutar la implementación, los sectores de análisis para esta obra fueron las continuas: Los santos, Nicoya y Pocosol. Son suelos ya catalogados mediante la norma ASTM D3282-15. Se lleva a cabo por el cemento hidráulico con dosis de 1, 3, 5 y 7% por peso del suelo en los 3 sectores. Por ello, se elabora estudios de proctor modificado, para hallar su óptimo en cada dosis. Se concluyó realizar estudios de compresión por lo que se observa un incremento en la resistencia, de acuerdo a su crecimiento de dosis. Estas resistencias incrementan 700% hacia arriba, por medio de dosis vírgenes (añadiendo 0% de cemento hidráulico), un 7% para calcular la dureza del suelo, se aplicaran estudios de CBR, los 2 con proporción de 7%. Teniendo en cuenta un decrecimiento en la plasticidad de los elementos, mediante el uso de cemento hidráulico, y con ello el aumento del CBR.

López (2010), en su tesis nominada *“POLÍMEROS PARA LA ESTABILIZACIÓN VOLUMÉTRICA DE ARCILLAS EXPANSIVAS”*. Esta investigación añade un poliuretano, generalmente se emplea para sellado de grietas en edificaciones. Asimismo el polímero se utiliza en la estabilización de modificaciones volumétricas de suelos expansivos. Se tomaron en cuenta las muestras remoldeadas del terreno natural y el terreno empleado con polímero; en las dos muestras se definieron las propiedades, compactación, capacidad al esfuerzo cortante, expansión y consolidación; ensayos que definieron si es viable utilizar dicho polímero. El resultado más relevante de la investigación es la descripción de la expansión. Los ensayos nos enseñan que la mezclas suelo y polímero disminuyen la expansión alrededor de 40% del terreno natural; en las pruebas de Proctor Modificado que se ejecutó al terreno natural, se tuvo que la densidad máxima seca es de 1.347 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad de 32%. Asimismo con el terreno y polímero, la máxima densidad seca fue de 1.327 gr/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad de 31%.

Antecedentes en inglés, indica que *“EXPERIMENTAL STUDY ON STABILIZATION OF SOFT SUBGRADE SOIL WITH CONCRETE FINE FRACTION WASTE”*. Tuvo como objetivo evaluar el uso de desechos de concreto, con partes menos a 2mm, para enriquecer el suelo. . Fue un análisis de tipo experimental, la población de análisis fue una vía de acceso, las muestra fueron sustraídas del terreno experimental del grupo de pesquisa geotecnia de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana. Los instrumentos aplicados fueron fichas de recopilación de datos para reconocer los valores cuantitativos adquiridos de los estudios en laboratorio. Los principales resultados demuestran que su clasificación según SUCS es suelo arcilloso de baja plasticidad con arena. Concluyó el suelo sobrante analizado fue clasificado con propiedades pobre para ser empleado como subrasante.

Artículo científico, menciona que Palli (2015), en la investigación nombrada *“GUÍA BÁSICA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL EN CAMINOS DE BAJA INTENSIDAD VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN”*. Tuvo como objetivo evaluar la influencia de estabilización de suelos con cal en el CBR y evaluar una guía esencial para estabilización de suelo en caminos de diminutas magnitudes vehiculares en la provincia de San Ramón. Es un análisis de tipo experimental, donde el proyecto de la exploración es experimental. Debido a que se expresó de procedimiento intencional una labor para evaluar sus probables resultados. El conjunto experimental permaneció formado por canteras de la Provincia de San Román con  $IP \geq 12\%$ . En una ocasión se ejecutó los ensayos de T – Student se permitió aprobar la hipótesis propuesta, logrando una solución de que al añadir cal a los suelos plásticos de la Provincia de San Román se incrementa notablemente el CBR hasta un 100% de importancia de suelo convencional, satisface de cierto modo a las especificaciones técnicas actuales que nos brinda las normas peruanas (EG-2013).

Vásquez (2008), en la investigación nominada *“Estabilización de suelos cohesivos con cal”*. Tuvo como objetivo mostrar la cal como estabilizadora de suelos en diseños de infraestructuras viales, estudiando la influencia de este artículo en un suelo de elevada plasticidad. La labor empezó con una exploración cuidadosa del estabilizador del suelo adicionando cal, luego exhibimos las características del suelo cohesivo, como estabilizador de suelos. De este modo se indica los elementos y procedimientos empleados para determinar este artículo por medio de estudios en laboratorio, analizando las secuelas de las características físicas – mecánicas del suelo. Asimismo se ejecuta un estudio técnico y económico del desenlace relacionado a otra de aspecto tradicional, usualmente se emplea un nuestro país. Este estudio, se ejecutó de acuerdo a una suposición de diseño, en donde se midieron las propiedades de la base estructural para un pavimento flexible acorde a la información que nos brindó el laboratorio. Concluyo que se puede aprobar el artículo como una opción concisa para el estabilizador del suelo, se debe a la capacidad de incremento de las características básicas del suelo, contribuyendo capacidad de soporte de suelo.

## TEORÍAS RELACIONAS AL TEMA

### Variable independiente: Resina de poliuretano

Resina de poliuretano, se elaboró en Lg. Farben en leverkusen, que está ubicado en Alemania de 1937, previamente por Otto Bayer junto a sus amigos, en inicios de la Segunda Guerra Mundial. Principalmente se utilizó para sustituir el caucho por lo que también se utilizó como capa protectora aislando la madera y el metal. Por lo tanto, la resina de poliuretano está siendo aplicado para diversas proyectos industriales y brindando soluciones actualmente a la Ingeniería Civil. (Bernal, 2015).



**FIGURA N°02 - Embace de resina poliuretano**

**Las ventajas de resina de poliuretano.** Según la revista silika moldes e insumos, (2018). Tiene buena duración y resistencia (aceites/grasas), Extraordinaria resistencia (tracción/abrasión), Puede juntar estructuraciones, Formando uniones adhesivas resistentes a los impactos, Se solidifican estructuras y Puede adherirse a diversos terrenos (implicando al concreto).

**TABLA N°01 - Propiedades de la resina poliuretano.**

ITEM	CARACTERÍSTICAS
PESO UNITARIO	3.5 -7.0 PCF
TIEMPO DE CURADO	Menos de una hora
IMPACTO EN EL SUBSUELO	Mínimos esfuerzos
TAMAÑO DE LAS PERFORACIONES	10 a 25 mm
PREPARACION DEL MATERIAL IN SITU	Material almacenado en el camión
LIMPIEZA GENERAL	No se requiere
ENCOGIMIENTO	Ninguno
AFECCION DE AGUA SUBTERRANEA	Ninguna
EQUIPO	Equipo de inyección, mangueras.
ALCANCE DEL EQUIPO	Hasta 125 metros con un equipo standard
DESPERDICIO DE MATERIAL	Mínimo desperdicio. Bombas y mangueras pueden permanecer con el material para un próximo uso.
IMPACTO AMBIENTAL	Inerte después del curado, no hay desperdicio ni emisiones de polvo
TEMPERATURA	Puede ser instalado en condiciones bajo cero grados centígrados.
CONTROLES	Movimientos hasta de tres milímetros medidos con deformímetros

**FUENTE:** elaboración propia en base al autor bernal, (2015).

#### **Variable dependiente: Estabilización de la subrasante**

“La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra (corte o relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento.” (MTC & MTC; TÉRMINOS, GLOSARIO DE, GLOSARIO DE TÉRMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL, 2018, pág. 21).

**Suelos;** “Es un delgado recubrimiento encima de la corteza terrestre donde componentes proceden de descomposiciones o modificaciones física, modificaciones química de las piedras y de los desechos de las diferentes actividades del ser humano” (Crespo, 2004).

Badillo (2008), menciona que la ingeniería civil completamente los proyectos se asientan encima del suelo, emplean el terreno como componente de construcción para rellenos y diques frecuentemente; por ello, conlleva como resultado, comportamiento funcional, estético y su estabilidad. El suelo actúa como una estructura más, con propiedades físicas relacionado: ángulo de fricción interna, cohesión, porosidad, talud natural y densidad, donde proporciona algunas características solidas ante distintas diligencias: Compresión, cizalla, manifestadas en medidas como asientos máximos y diferenciales, y la tensión admisible.

**TABLA N°02 - Tipos de suelo**

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Sufijo</b>
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobremente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

**FUENTE:** Editor Geoxnet (2019)

**La estabilización del suelo;** si un suelo posee una adecuada resistencia mecánica, donde su conducta arquitectónica no se modifica relevantemente respecto a los cambios de humedad, podemos interpretar que es un suelo inalterable. Pero en el momento que se muestra un suelo que no concentra las propiedades necesarias para laborar claramente con él, se considerara 4 posibilidades: emplear elementos con bajo aporte, reemplazar el material, cambiar sus propiedades, mezcla de suelos.

La estabilización de suelos se determina como una mejora a las características físicas de un suelo por medio de técnicas mecánicas e integración de artículos naturales, sintéticos o químicos. Estos estabilizadores, por lo habitual se aplican en los suelos de subrasante improcedente o pobre, en estas situaciones son conocidas como estabilización de suelos.

Estabilizar los suelos consta en proporcionar a los mismos, de capacidad de soporte y duración de características en el periodo. Los procesos son distintos y van desde la incorporación de otros tipos de suelos, añadiendo una o más elementos estabilizadores. Cual sea el método para estabilizar el suelo y se procede a un procedimiento de compactación.

**Propiedades físicas y mecánicas del suelo;** Sus principales características de los suelos es sumamente esencial, ya que por medio de sus resultados obtenemos pronósticos a futuro de la conducta del suelo por medio de diminutas cargas. (Crespo, 2004).

La clase de la capa requiere tener mayor fracción de espesor porque es esencial para un pavimento, ya sea un pavimento flexible o rígido como factor de prueba de la capa se utiliza la resistencia a la deformación o capacidad de apoyo y las variaciones de magnitudes en la estructura que se acentúan encima de esta. (Montejo Fonseca, 2002, p. 28).

Se indicó que las características con mayor relevancia al instante de ejecutar una muestra de estabilización son: la estabilidad volumétrica, compresibilidad, permeabilidad y la vitalidad. Al seleccionar una muestra de artículos para el mejoramiento de las propiedades del terreno, los ensayos se tienen que dedicar a probar si incrementa algunas propiedades. (Ravines, 2017).

**MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS;** La estabilización de suelos se clasifica en 4 tipos, según Valdez, (2008):

**Estabilización física;** El procedimiento fortalecer el suelo ocasionando variaciones físicas en el instante, sin causar rechazos químicos de consideración. Posee diversas maneras como la estabilización por comparación y estabilizar aplicando la combinación de suelos.

**Estabilización química;** Sugiere emplear sustancias químicas que tengan evidencias eficientes, su uso implica el reemplazo de iones efectivos y variación del contexto del suelo implicado un procedimiento. (MTC E 1109, 2004).

Posee muchos modos tales como:

- **La cal;** Empleada para reducir la flexibilidad y sucesivamente las variaciones volumétricas del componente arenoso, que de manera usa cal humedecida, (óxidos e hidróxidos). Viene a ser un procedimiento fácil y suficientemente barato.



**FIGURA N°03 - Cal**

- **El cemento portland;** Empleada para terrenos de gravas finas o arenosos, su virtud es el incremento de la consistencia, asimismo utilizando para terreno arcilloso sin embargo conlleva gran proporción.



**FIGURA N°04 - El cemento portland**

- **El cloruro de calcio;** Empleada en limos y arcillas, contribuye a la compresión, impermeabilidad, reduce la polvareda, favorece a la consistencia del terreno y la conducta del enfriamiento, aunque la sal es demasiado soluble se debe tener en cuenta que no tiene mucha duración.



**FIGURA N°05 - Cloruro de calcio**

- **Polímeros y resinas;** Es una secuencia demasiado inmensa de partículas conformadas según la mezcla de elementos sistemáticos, llamada monómeros. Los polímeros naturales, tienen el aspecto de resinas. La Integración de polímeros a los suelos se realiza de 2 maneras: Se aplica los monómeros unido con un sistema catalizador que provoca la polimerización siguiente y el polímero se adiciona ya formado, solido, en conclusión o en mezcla.



**FIGURA N°06 - Polímeros y Resinas**

**Estabilización eléctrica;** Se refiere en aplicar ciertos procedimientos fisicoquímicos. El modo más notable es la electrostática. Consta en usar una corriente de electricidad para producir un suceso de fenómenos de fisicoquímico. Se utiliza para estabilizador del suelo blando.

**Estabilización termina;** es la aplicación mediante procedimientos, en el cual se implicado el calor, por lo ello modifica cualquiera arcilla en un adobe sólido.

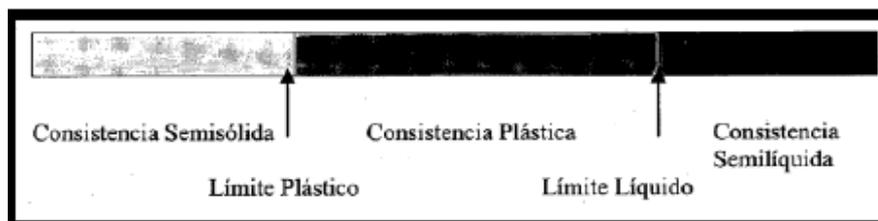
**Estabilización con polímeros;** es un elemento que consta con amplias partículas conformadas para inmensas cifras llegándose a reiterar, denominado monómeros.

**Análisis granulométrico.** Para la Norma Técnica Peruana (NTP 339.128, 1999), la “granulometría es un estudio con el fin de calificar los diversos suelos depende magnitud de los distintos medidas de grano, aplicando una secuencia de normas de tamices brindadas; acorde a los especímenes de suelos son diferentes en forma, medidas e imagen. Después de adquirir el porcentaje de suelos detenido en cada tamiz por medio de ensayos de la granulometría, luego ejecutaremos la gráfica semilogarítmica, ubicándose en la coordenada “Y” la proporción en el peso del espécimen de los tamices y prosiguiendo con el eje “X” el agujero de cada filtro; aplicando este estudio podremos adquirir como resultado la cantidad de arena, grava y el contenido finos.

**Contenido de humedad.** La precisión de la humedad natural proporcionara la comprobación de la humedad óptima donde adquiriremos mediante los análisis de Proctor para conseguir el CBR de los suelos. Si la humedad original su resultado es semejante o menor a la humedad optima, el experto sugerirá la compactación ordinario del suelo adicionando cierta porción de agua. Si la humedad original es mejor a la humedad óptima, a medida que se sature el suelo, se sugiere incrementar la potencia de compactación. (MTC, 2013, p. 30).

**Limites Atterberg;** Según (Tupia, 2001, p. 10). Comenta que el procedimiento con mayor eficacia para calcular los limetes de humedad es llamado tambien como tecnica Atterberg y las diversas variaciones de contenido de agua o situacion de resistencia se nombra limites atterberg, en otras palabras un suelo con grano fino consigue atravesar del estado solido a diversas condiciones

depende del contenido de humedad del agregado, declaradas algo así como: plástico, sólido, emplástico, supresión en líquido y viscosos líquidos.



**FIGURA N°07 - Límites de atterberg.**

### Índice Plástico (IP)

$$IP = LL - LP$$

**FIGURA N°08 - Índice de Plástico**

**Límite líquido.** Para la Norma Técnica Peruana (NTP 339.129, 1999) mencionada que:

El límite líquido se encuentra determinado como la humedad de modo que la masa del suelo se localiza en medio del estado líquido y plástico.

**Límite plástico.** Para la Norma Técnica Peruana (NTP 339.129, 1999) mencionada que:

Es el límite convencional a través de las situaciones semisólidas y plásticas, es decir el contenido de humedad muy baja, donde percibimos que el suelo se empieza a fracturarse, en el momento que mezclamos y formamos rollitos de 3 milímetros de diámetro.

**TABLA N°03 - Valores típicos de consistencia del suelo**

PARÁMETROS	TIPOS DE SUELOS		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
Límite líquido(LL)	15 - 20	30 - 40	40 - 150
Límite plástico(LP)	15 - 20	20 - 25	25 - 50
Límite de retracción(LR)	12 - 18	14 - 25	08 - 35
Índice de plasticidad(IP)	00 - 03	10 - 15	10 - 100

**Fuente:** Bañon (2010).

Empleo el método de la **clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)** que consiste según la norma técnica peruana; clasificar los suelos con la intención de apoyar a la ingeniería (NTP 339.134, 1999) determina que la clasificación SUCS procede de un método quien lo

elaboro fue A. Casagrande a fin de determinar y asociar los terrenos de manera veloz en proyectos militares mientras había conflicto entre países. Este método fue acogido por el U.S. Army Corps of Engineers (Cuerpo de ingenieros del ejército de estados unidos) propuso incluir ciertos límites para prevenir doble clasificación. En el año 1952 en conjunto terminaron las diversas modificaciones. Dando como método la división de 2 inmensos conjuntos, de granos finos y granos gruesos.

Los primeros tienden a tener más del 50% en peso de granos > a n° 200 que viene a ser (0.075 mm).

Se interpreta por el símbolo G si es mayor del medio según el peso y las fracciones gruesas son detenidas en el tamiz N° 4 que viene a sr (4.75 mm).

El símbolo S si es mayor del medio traspasa el filtro N° 4.

Los símbolos G y S le adicionamos un posterior símbolo que especifica la escala:

**TABLA N°04 - Interpretación de símbolos de granos gruesos.**

W	buena escala con escaso o nada de fino
P	escala pobre similar o incoherente con escaso o nada fino
M	incluye limo, lima y arena
C	Arcilla o arena y arcilla

**Fuente:** Palomino (2016).

Suelo fino, si son mayor a 50% se utilizara el tamiz N° 200 que viene a ser (0.075 mm). Se parte en 3 conjuntos:

**TABLA N°05 - Interpretación de símbolos de granos finos.**

SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
C	arcilla
M	Limo
O	Limo o arcilla orgánica

**Fuente:** Palomino (2016).

A los símbolos G y S se le adiciona un posterior símbolo que especifica la escala de limite líquido y señala la compresibilidad correspondiente: El símbolo L, es cuando el límite líquido es < 50 % y H, cuando es > a lo indicado.

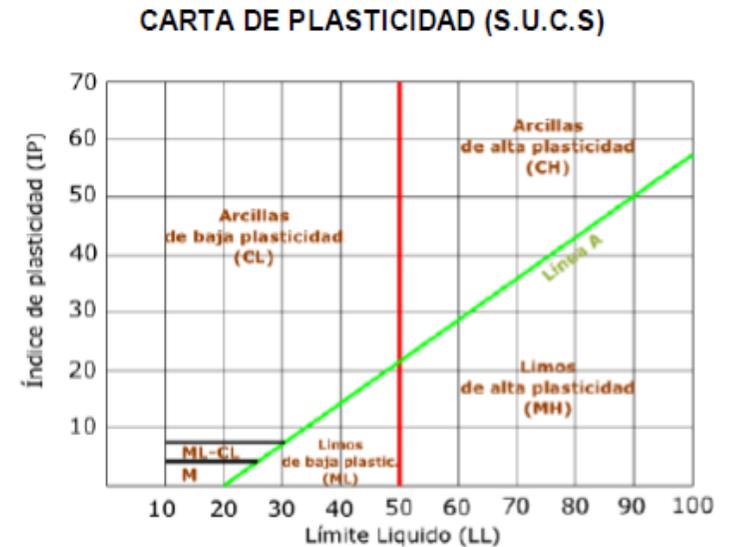
TABLA N°06 - Sistema CUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO				
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.			No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.			Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

**TABLA N°07 - Sistema unificado de clasificación de suelos- Suelos de grano fino**

<p><b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200</p>	<p><b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50</p>	<p><b>ML</b></p> <p>Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.</p>	<p>G= Grava, S=Arena, O=Suelo Organico, P=Turba M=Limo, C= Arcilla, W= Bien Graduada, P=Mal Graduada, L=Baja Comprensibilidad, H=Alta Comprensibilda</p>
		<p><b>CL</b></p> <p>Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.</p>	
		<p><b>OL</b></p> <p>Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.</p>	
	<p><b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50</p>	<p><b>MH</b></p> <p>Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.</p>	
		<p><b>CH</b></p> <p>Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.</p>	
		<p><b>OH</b></p> <p>Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.</p>	
<p><b>Suelos muy orgánicos</b></p>	<p><b>PT</b></p> <p>Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.</p>		



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.134

La clasificación **AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)**. Según (ASTM D-3282, 1973) determina lo siguiente: Es un método de cataloga a los suelos conformado por su magnitud del gramo y por su plasticidad; no obstante, este método no proporciona demasiada explicación del componente, sin embargo si aplica todo lo que abarca a carreteras.

La clasificación consta en 7 inmensos conjuntos:

**TABLA N°08 - Clasificación de suelos**

A – 1	Son suelos gruesos granulares de 35% o < que cruzan el tamiz N° 200
A – 2	
A – 3	
A – 4	Son suelos de componentes limosos y/o arcillosos.
A – 5	
A – 6	
A – 7	

**Fuente:** ASTM D-3282, 1973

Tiene como condición:

**TABLA N°09 - Condiciones para la clasificación de suelos**

Clasificación A – 7 – 5	$IP \leq LL - 30$
Clasificación A – 7 – 6	$IP > LL - 30$

**Fuente:** ASTM D-3282, 1973

Se clasifica en 3 criterios:

**Dimensión del grano:** Diferencia 3 dimensiones: Arena, grava y finos (los limos y/o las arcillas), dimensiones con incrementos de 75 mm son descartados para el ensayo y para esta clasificación, sin embargo es obligatorio inspeccionar la medida exhibida.

**Índice de Plasticidad:** El IP resulta  $\leq 10$ , se le menciona limo. Asimismo, el IP es  $> 10$ , será arcilla.

**Índice de grupo (IG):** Fue elaborado con la finalidad de determinar las condiciones de los suelos para utilizarlo en las carreteras, donde se aplica una formulación empírica:

$$IG = (F - 35)(0,2 + 0,005(LL - 40)) + 0,01(F - 15)(IP - 10)$$

**FIGURA N°09 - Formula empírica**

Donde:

**TABLA N°10 - Condiciones de índice de grupo**

IG Max = 20	MÁXIMO	MÍNIMO
A = % que pasa nº 200 (35 - 75)	40	0
b = % que pasa nº 200 (15 - 55)	40	0
c = % LL (40 - 60)	20	0
d = % IP (10 - 30)	20	0

**Fuente:** ASTM D-3282, 1973

El índice de grupo indica en cifras enteras y si llega a ser negativo igualamos a 0.

Accede a evaluar las condiciones relativas de los suelos de subrasante, sub-base, base. Se cataloga ante todo el suelo que realice los requisitos de siniestra a diestra según la tabla. La importancia del índice de grupo obliga tener paréntesis luego del símbolo. En el momento que el suelo es número de plasticidad (NP) o Limite Líquido (LL) no llega a definirse, el índice de grupo será 0. Si el suelo se modifica orgánicamente, es obligado catalogarse de manera A-8 por reconocimiento óptico y la desigualdad de la humedad.

**TABLA N°11 - Índice de grupo (IG)**

INDICE DE GRUPO	CARACTERISTICAS
IG > 9	Muy bueno
IG / 4 a 9	Pobre
IG/ 2 a 4	Regular
IG/ 1 a 2	Muy bueno
IG/ 0 a 1	Muy bueno

**Fuente:** MTC (2008)

**TABLA N°12 - Sistema ASSTHO**

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

FUENTE: ASTM D 3282, 1973.

**Proctor Modificado.** Para la Norma Técnica Peruana (NTP 339.141, 1999), menciona que: La conexión actual por medio de la densidad seca del suelo y tener en cuenta la proporción de agua que es primordial en la hora de ejecutar la compactación de suelos. La correlación se ejecuta por medio de los análisis de Proctor.

La semejanza de 2 variantes (el Proctor Estandar y el modificado) reside exclusivamente en la potencia de compactación aplicada, de la distribución de 4.5 series aumentándose en el siguiente turno. Esta desigualdad da a entender sencillamente, en pocas palabras nos menciona que el Proctor Modificado es el progreso del estañar.

Para saber el valor del grado de compactación de un componente se tiene que poner la densidad seca del elemento. Al obtenerla se debe considerar parámetros de la fuerza empleada mientras la compactación y de igual manera necesita del contenido de humedad. A fin de conseguir una excelente compactación debemos tener en cuenta la dosis de agua, ya que si no se utiliza la cantidad necesaria, tiende a no tener lubricación y mucho menos disminuye la fricción que se encuentran por medias las partículas, si se presenta la ocasión de que humedad sea demasiado, las partículas se separaran por medio del agua.

Es primordial saber la proporción del agua para adquirir una muy buena lubricación, permitiendo la superior densidad probable nombrada “Densidad Máxima”, y para saber la proporción del agua que se adquirirá se le nombra como “Humedad Optima”.

Los beneficios que nos brinda al compactar un suelo:

- ✚ Incrementa el aguante al corte y produciendo como consecuencia, la mejora de la estabilidad y la capacidad de soporte del asfalto.
- ✚ Reduce la compresibilidad proporcionando la reducción de los asentamientos.
- ✚ Reduce la permeabilidad.
- ✚ Disminuye la capacidad de contracción, expansión o expansión por congelamiento.

**TABLA N°13 - Resumen del ensayo proctor modificado**

TIPO DE ENSAYOS	PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557.91 (98)		
MÉTODO	A	B	C
CONDICIONES PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO	% Ret. Acum. N° 4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30%
		% Ret. Acum. N° 4 >20%	% Ret. Acum. 3/8" >20%
TIPO DE MATERIAL UTILIZADO	Pasante la malla N° 4	Pasante la malla 3/8"	Pasante la malla 3/4"
N° DE CAPAS (N)	5	5	5
N°DE GOLPES(N)	25	25	56
DIÁMETRO DE MOLDE(CM)	10.16 ± 0.04	10.16 ± 0.04	10.16 ± 0.04
ALTURA DEL MOLDE (CM)	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05	11.64 ± 0.05
VOLUMEN DEL MOLDE V (CM <sup>3</sup> )	944 ± 0.14	944 ± 0.14	944 ± 0.14
PESO DEL MARTILLO W (KG)	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01	4.54 ± 0.01
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO (CM)	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16	45.72 ± 0.16
DIÁMETRO DEL MARTILLO(CM)	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025	5.08 ± 0.025
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN (KG/CM) CM <sup>3</sup>	27.485	27.485	27.363

**Fuente:** NTP 339.141, 1999

**California Bearing Ratio (CBR);** Para la Norma Técnica Peruana (NTP 339.145, 1999), menciona que:

El ensayo de CBR se aplica muy consecutivamente en diseño de pavimento, calcula el aguante del esfuerzo cortante del suelo bajo requisitos de densidad dominada y humedad.

$$C.B.R. = 100 * \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}}$$

**FIGURA N°10** - Ecuación para calculo California Bearing Ratio (CBR).

El propósito del ensayo es definir la capacidad de soporte de suelos y compuestos compactados, por medio de la humedad optima y nivelación variables. Fue elaborado por la subdivisión de carreteras de california, como método de clasificación y apreciación de la capacidad del suelo donde se empleara como sub-base o elemento de base en infraestructuras viales.

El análisis determina el aguante del esfuerzo cortante del suelo bajo requisitos de densidad dominada y humedad, permite conseguir proporción de la serie de soporte. Para tener noción del porcentaje del CBR se define de la forma que la resistencia requerida con el propósito de que el pistón entre a una distancia señalada, un espécimen con su espesor de suelo a un contenido de humedad y densidad asignada relativamente a una potencia indispensable para que el pistón entre a la misma distancia y con la rapidez aplicada anteriormente. (Roldán, 2010).

El **enfoque**, según Borja (2016), “Sugiere una manera confiable a fin de comprender la realidad es por medio de la recopilación y estudios de datos, por la cual podemos responder las interrogantes de la investigación y comprobar las hipótesis. La investigación cuantitativa cree en la medición numérica, la utilización de la estadística estableciendo con precisión patrones de conducta en la localidad.

### **III. METODOLOGÍA**

“El procedimiento de investigación nos especifica de una manera concisa como se puede desarrollar la investigación, permitiendo comprender las cualidades de los métodos a utilizar y autenticidad de los resultados, argumentándose de bases teóricas para describir y exhibir la capacidad de los resultados de la investigación” (Abreu, 2014, p. 195).

#### **3.1. Tipo de diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

“Para tener en cuenta si es una investigación aplicada buscara saber, ejecutar, fabricar y cambiar una realidad problemática, por lo cual su prioridad es la aplicación lo más antes posible respecto a una problema antes que el incremento de una sabiduría de validez universal.” (Borja, 2016, p. 10).

La investigación es aplicada, porque se utiliza un conjunto de conocimientos, con el fin de guiar a una conclusión de un problema práctico, por medio de información teórica y cálculos.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

Es la investigación en la cual la hipótesis se comprueba por medio de la manipulación “Acto voluntario” por parte del investigador de las variables. (Borja, 2016, p. 14).

El diseño es de tipo experimental de corte transversal, porque hay manipulación deliberada en una variable; que viene ser en la variable independiente donde aplicamos distintos porcentajes de dosis de resina de poliuretano (causa), y respecto a la variable dependiente representada por la alteración de la estabilización de la subrasante (efecto).

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

#### **VI: RESINA DE POLIURETANO**

**DEFINICIÓN CONCEPTUAL;** “La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.” (López y Ortiz, 2018, Pág. 27).

**DEFINICIÓN OPERACIONAL;** Tiene buena duración y resistencia (aceites/grasas), Extraordinaria resistencia (tracción/abrazión), Puede juntar estructuraciones, Formando uniones adhesivas resistentes a los impactos, Se solidifican estructuras y Puede adherirse a diversas terrenos (implicando al concreto).

#### **VD: ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE**

**DEFINICIÓN CONCEPTUAL;** “La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra (corte o relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento.”(MTC & MTC; términos, glosario de, glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2018, pág. 21).

**DEFINICIÓN OPERACIONAL;** Para fines de determinar detalladamente la estabilización de suelos, proporcionando y realizando la evaluación de forma rápida y fácil.

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

#### **3.3.1. Población**

“La población es un grupo de organizaciones que cooperan y coinciden con una orden específica, considerando las propiedades de información del sector y el tiempo” (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 174).

Para la presente investigación, la población viene a ser todas las subrasantes de las avenidas del Centro Poblado El Potao - Barranca.

### 3.3.2. Muestra

“La muestra es una porción de la población, donde nos exhibe el conocimiento de sus propiedades”. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 174).

Se tomó como muestra la calle los sauces con un área de 1821.65m<sup>2</sup> y para el análisis de la muestra se realizó 2 calicatas, teniendo en cuenta el tipo de carretera y el manual de ensayos de materiales del MTC.

**TABLA N°14 - Norma tecnica ce. 10 pavimento urbano**

<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

**FUENTE:** Instituto de Construcción y Gerencia (ICG)

### 3.3.3. Muestreo

“El muestreo es no probabilística, porque no se considera un método estadístico salvo un instante para visualizar, para saber la ubicación exacta donde definiremos la unidad de estudio y también se extraerá la muestra respecto al criterio del investigador”. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 174).

El muestreo es no probabilístico de tipo intencional, porque elegimos las muestras de suelo de la subrasante (material de estudio) para hacer experimentos con los distintos porcentajes de dosis del resina poliuretano.

#### ➤ **Unidad Experimental**

Suelos de subrasante para CBR, utilizando estabilizador químico resina de poliuretano.

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

Según Basto, Martínez, [et. Al.]. (2014), menciona que “El instrumento para la selección de información es una pieza clave de los temarios acostumbrados, donde se aplica para averiguar distintos argumentos que nos interesen a través de integrantes de estudios científicos”. (p.918).

#### ❖ **Ficha de observación de datos**

Este instrumento nos proporcionara adjuntar totalmente los datos necesarios, según nosotros vallamos avanzando con el análisis de laboratorios.

#### ❖ **Hoja de cálculo (Excel)**

Este instrumento detallara los resultados que obtendremos según vallamos avanzando con los ensayos por medio de gráficos y cuadros.

#### ❖ **Ensayos en laboratorio**

Emplearemos los reglamentos que nos ofrece el manual de carreteras (MTC), y procederemos a realizar los ensayos apropiados, donde utilizaremos el estabilizador químico resina de poliuretano para la subrasante.

### 3.5. Procedimientos

Primero se realizó calicatas para la obtención de muestras en la zona rural del Centro Poblado El Potao, el material se llevara a la ciudad de Lima en los establecimientos del laboratorio INGEOCONTROL, sitio donde se realizó los análisis, adquiriendo los resultados de granulometría y límites Atterberg donde podremos saber la clasificación de suelos.

Luego de realizar la clasificación de suelo por los sistemas SUCS y AASTHO por medio de los estudios de contenido de humedad, la granulometría y los límites de Atterberg. Procedemos a ejecutar los estudios de Proctor Modificado con respecto a la sustracción de muestra de terreno natural y también adicionando dosificación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de resina de poliuretano obtendremos el óptimo contenido de humedad, para cada uno de los especímenes indicado.

Teniendo los resultados de contenido óptimo de humedad podremos ejecutar el estudio de la capacidad portante (CBR), para la muestra de terreno natural como también de los porcentajes adicionados de resina de poliuretano indicados anteriormente donde nos detallara la influencia del estabilizador resina de poliuretano en la subrasante.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Monje (2011), indica que “Hay diversos programas para la comprobación de datos, donde su funcionamiento se asemeja demasiado a la hora de incluir 2 partes de segmentos, una de explicación de la variable y además en la matriz de datos.” (p. 132).

Nos indica que para ejecutar un proyecto de investigación se solicita primero utilizar el programa para procesar la información donde obtendremos valores, asimismo usaremos programas como el Excel (hojas de cálculo), al emplear este software se compromete a comprobar y analizar los resultados adquiridos mediante la investigación.

En el proyecto de investigación utilizaremos tablas, figuras y gráficos con la finalidad de estudiar los datos adquiridos por ensayos producidos en laboratorio.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Morales (2006) indica, “La ética, es una propiedad amplia donde plantea la sabiduría de la persona, en el que colabora a la enseñanza superior, asimismo poseer disciplina y equilibrar su virtud de las acciones de los universitarios.” (p. 20).

La ética, es una acción que adquirimos con suma disciplina y conocimiento, para ser excelentes expertos según la carrera que nos apasiona, donde debemos tener en cuenta la importancia de esta virtud, por ello es una obligación transmitirla en la elaboración del proyecto de investigación para lograr resultados favorables.

#### IV. RESULTADOS

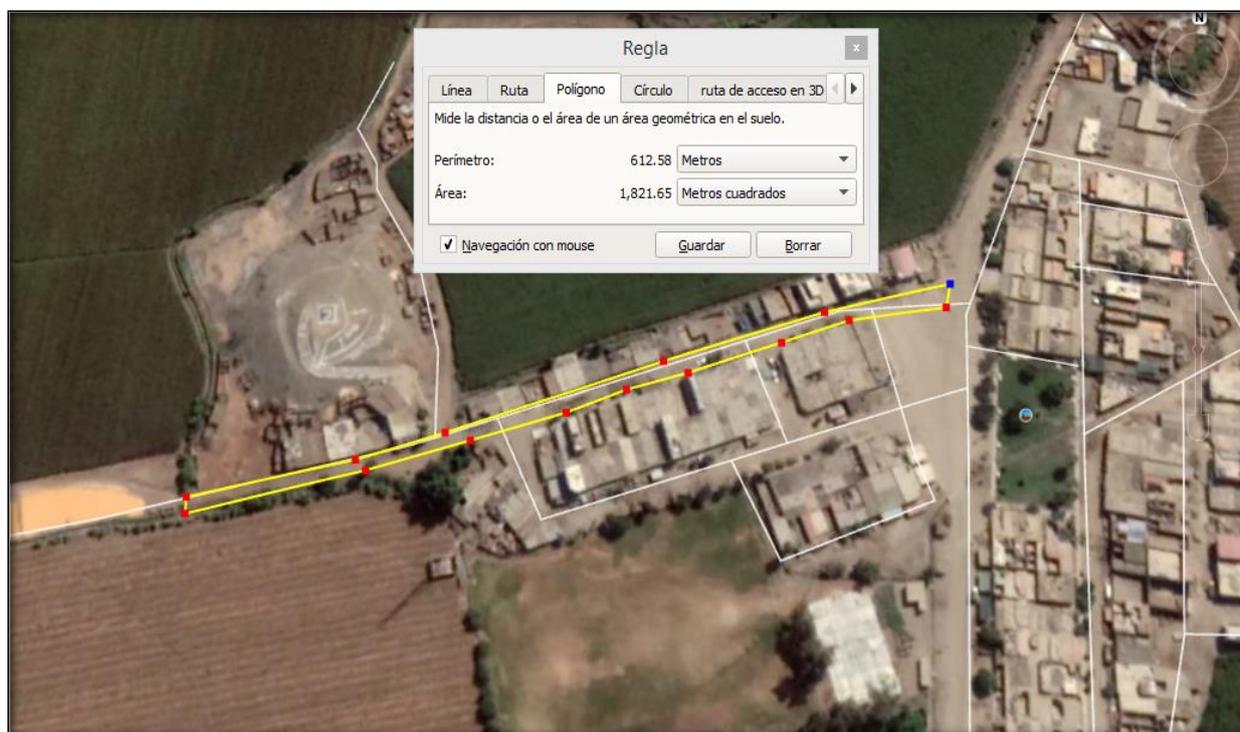
##### 4.1. Descripción de la zona de estudio

###### Nombre de la tesis:

“Aplicación de la resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el Centro Poblado El Potao, Barranca – 2020”.

**Acceso a la zona de estudio.-** El sector de investigación se localiza en el Centro poblado el Potao, el tramo es toda la calle los sauces, teniendo como 1821.65m<sup>2</sup> de área, por la cual se añadió el aditivo químico para mejorar su capacidad portante.

**Figura N°11 - Ubicación satelital del Centro Poblado El Potao.**



**Fuente:** Google Earth Pro

**TABLA N°15 - Zona de estudio**

ZONA DE ESTUDIO		
PUNTO N°	NOMBRE DEL LUGAR	COORDENADA GEOGRÁFICA
Calicata N° 1	Los sauces Mz. A Lt. 2	10°42'47.3"S 77°44'33.5"W
Calicata N° 2	Los sauces	10°42'45.0"S 77°44'25.5"W

**FUENTE:** Elaboracion Propia

**Figura N°12 - Croquis del Centro Poblado el Potao – Barranca.**



**Clima.-** La Provincia de Barranca, se encuentra a 52 msnm. Considerandose como un clima desértico. Durante el transcurso del año, la temperatura usualmente se modifica de 19° C a 29°C y peculiares veces disminuye a menos de 18° C o aumenta a más de 30° C.

### **Procedimiento**

**Fase Campo.-** El trabajo de campo se efectuó en el Centro Poblado el Potao – Barranca, Primeramente se reconocieron los sectores más dañados del tramo; por ello, se situaron dos puntos para ejecutar la excavación con herramientas manuales de manera de cielo abierto realizando una profundidad de 1.50m y posteriormente se sustrajo las muestras de suelos de la subransante de las dos calicatas.

Después de adquirir los especímenes de suelos, se le incorporo una descripción que contenía lo siguiente:

- Detalle del número de la calicata
- Coordenadas UTM
- Profundidad
- Ubicación del punto
- La cantidad de muestra que se requiere para los ensayos.

Posteriormente, al contener todas las muestras adquiridas en campo se introdujo en costales y se trasladó hacia el laboratorio De INGEOCONTROL.

A continuación, se detalla las diversas calicatas:

**a) Calicata C-1**

La calicata C-1 está situada en la calle los sauces Mz A Lt. 2, donde se procedió medir el área y se efectuó la sustracción de la muestra con dimensiones de 1m x 1m, posteriormente se realizó la excavación con instrumentos manuales, teniendo una profundidad de -1.50m del nivel de la calle.



**FIGURA N°13 - Profundidad excavada de la Calicata C-1.**

**b) Calicata C-2**

La calicata C-2 está situada en la calle los sauces Los sauces, donde se procedió medir el área y se efectuó la sustracción de la muestra con dimensiones de 1m x 1m, posteriormente se realizó la excavación con instrumentos manuales, teniendo una profundidad de -1.50m del nivel de la calle.



**FIGURA N°14 - profundidad excavada de la Calicata C-2.**

## ETAPA 1, Adquisición de la resina de poliuretano.

Para adquirirlo recurrimos a su página oficial, donde nos brindan una excelente atención y para tener noción de las especificaciones técnicas del aditivo químico y usarlo adecuadamente.



**Figura N°15 - Resina de Poliuretano (A y B).**

La resina de poliuretano; está compuesta por 2 frascos A y B cada uno contiene 500ml, al utilizarlo se tiene que mezclar con proporciones iguales.

## ETAPA 2, Propiedades físicas y/o mecánicas.

**Análisis granulométrico AG:** Se ejecutaron ensayos de acuerdo a los procedimientos detallados en la norma NTP 339.128 y ASTM D6914



**FIGURA N°16 - Pesado y distribución de terreno natural.**

Posteriormente, se traslada la muestra de terreno natural al horno puesto a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$  para que sea pesado como terreno natural seco y después para determinar el tamaño de la partícula que se ejecuta de la siguiente manera: Primero, tomar una cierta cantidad de muestra seca, separar y pesar. Luego se pasa por un tamiz de diversos tamaños desde la abertura más grande hasta la más pequeña por medio de agitación. Finalmente, pesar el material restante en

cada tamiz conociendo el peso inicial de la muestra, se puede determinar el porcentaje de material restante en cada tamiz. A partir de estos datos, se deriva una curva de tamaño de partícula, como muestra la tabla N° 16.



**FIGURA N°17 - Horno y tamizado para el análisis granulométrico.**

A continuación se puede apreciar los porcentajes pasantes por cada tamiz adquiridos por medio del análisis granulométrico.

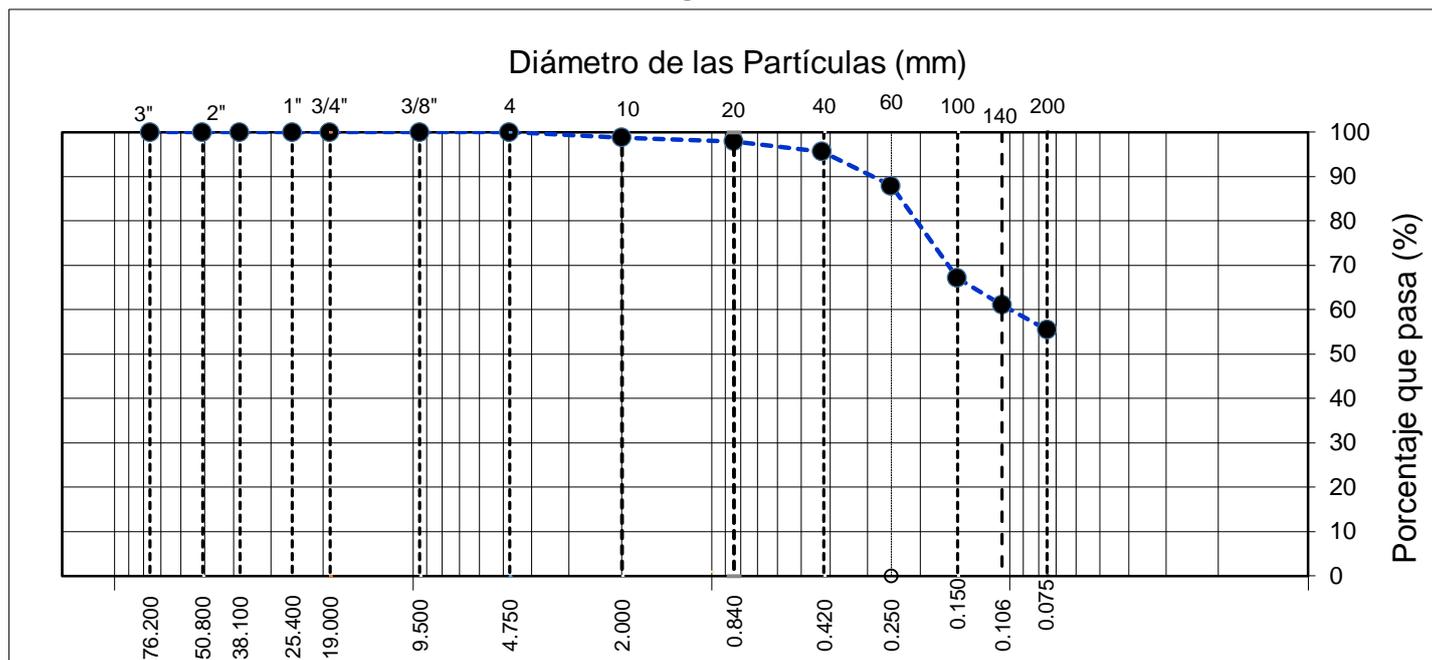
**TABLA N°16 - Análisis granulométrico por tamizado ASTM D6913**

C - 1		
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
N° 4	4.750	100.0
N° 10	2.000	98.7
N° 20	0.840	97.9
N° 40	0.425	95.6
N° 60	0.250	87.9
N° 100	0.150	67.1
N° 140	0.106	61.1
N° 200	0.075	54.4

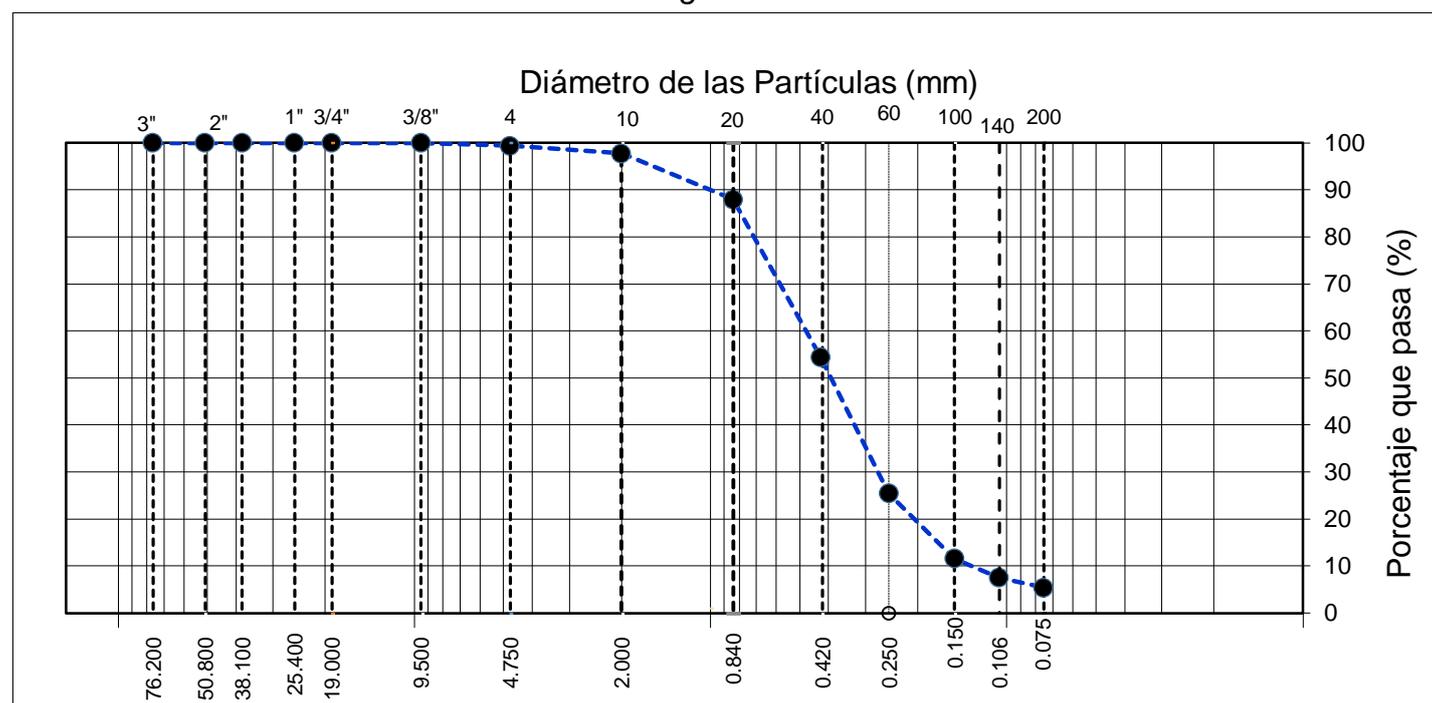
C - 2		
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
N° 4	4.750	99.4
N° 10	2.000	97.8
N° 20	0.840	87.9
N° 40	0.425	54.4
N° 60	0.250	25.5
N° 100	0.150	11.6
N° 140	0.106	7.5
N° 200	0.075	5.4

**FUENTE:** Elaboracion Propia

**TABLA N°17 – Curva granulométrica C – 1**



**TABLA N°18 – Curva granulométrica C – 2**



En las tabla N°17 y tabla N°18, se puede apreciar que las diversas curvas granulométricas de la calicata C-1 y C2, se exhibe la relación de % que pasa y las aberturas de las mallas. Asimismo, se evidencia que en la calicata C-1 llega a pasar por la malla N° 200 un 54.4% y en la calicata C-2 llega a pasar por la malla N° 200 un 5.4%.

### ETAPA 3, Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO

**TABLA N°19 - Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO**

Calicatas	C-1	C-2
Profundidad (m)	1.50	1.50
Muestra	M-1	M-1
% de paso N° 200	54.4	5.4
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL - (Arcilla arenosa de baja plasticidad)	SP – SM (Arena pobremente gradada con limo)
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)	A-2-4 (1)

*Fuente: Elaboración propia*

### ETAPA 4, dosificación (0.5%, 1.0% y 1.5%)

Se utilizaron dichos porcentajes, empezando desde el mínimo para tener noción de la reacción que pueda ocasionar el terreno natural más la resina de poliuretano.



**FIGURA N°18 - Aplicación de los porcentajes de resina de poliuretano.**

### ETAPA 4, Límites Atterberg

Se procedió a realizar los ensayos de los límites líquidos tanto como de los límites plásticos de las 2 calicatas y añadiendo los porcentajes mencionados, posteriormente se detalló el procedimiento.

### **Limite Líquido**

Se procedió a ejecutar los ensayos con la muestra Calicata C-1, posteriormente la muestra patrón paso por un proceso: tomar una cierta cantidad de muestra seca, separar, agregar cierta cantidad de agua, colocar la muestra humedecida en la cuchara de Casagrande, pesar y ser llevado al horno; de esa manera se hizo con los porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%.

### **Limite Plástico**

Asimismo se realizó el límite plástico de la muestra patrón de la Calicata C-1 teniendo como procedimiento; tomar una cierta cantidad de muestra seca, separar, agregar cierta cantidad de agua, coger con la palma de la mano y tratar de formar una forma cilíndrica de 3mm de diámetro y de 25 a 30 mm de longitud sobre el vidrio esmerilado sin que esta se rompa o se produzca fisuras, del mismo modo se realizó con los porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%.

Respecto a la muestra patrón de la calicata C-2, no se pudo realizar sus límites de Atterberg, ya que el tipo de suelo era SP – SM de arena pobremente graduada con limo. Esto quiere decir, que al tratar de elaborar los ensayos, el material no puede ser moldeado ya que sus características del suelo no son aceptables.

### **ETAPA 5, Proctor Modificado**

Se utilizó el terreno natural y se procedió al pesado de la muestra patrón, luego se le aplicó agua, posteriormente se utilizó el equipo de proctor modificado, agregando el material por capas esta es compactada por el pisón con 25 ó 56 golpes dependiendo del método, al culminar el compactado de las capas se sustrae el collar de extensión y se enrasa con la espátula para determinar su densidad máxima seca y la humedad óptima.

### **ETAPA 6, CBR**

Se preparó la muestra con la humedad óptima que se definió del proctor modificado. Posteriormente se compactó la muestra por capas en el molde del CBR, por cierta cantidad de golpes.

## Procedimiento de datos: Resultados

### Limites Atterberg

Se definió para la muestra de terreno natural el límite líquido, límite plástico e índice plasticidad y de igual manera para los porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%.

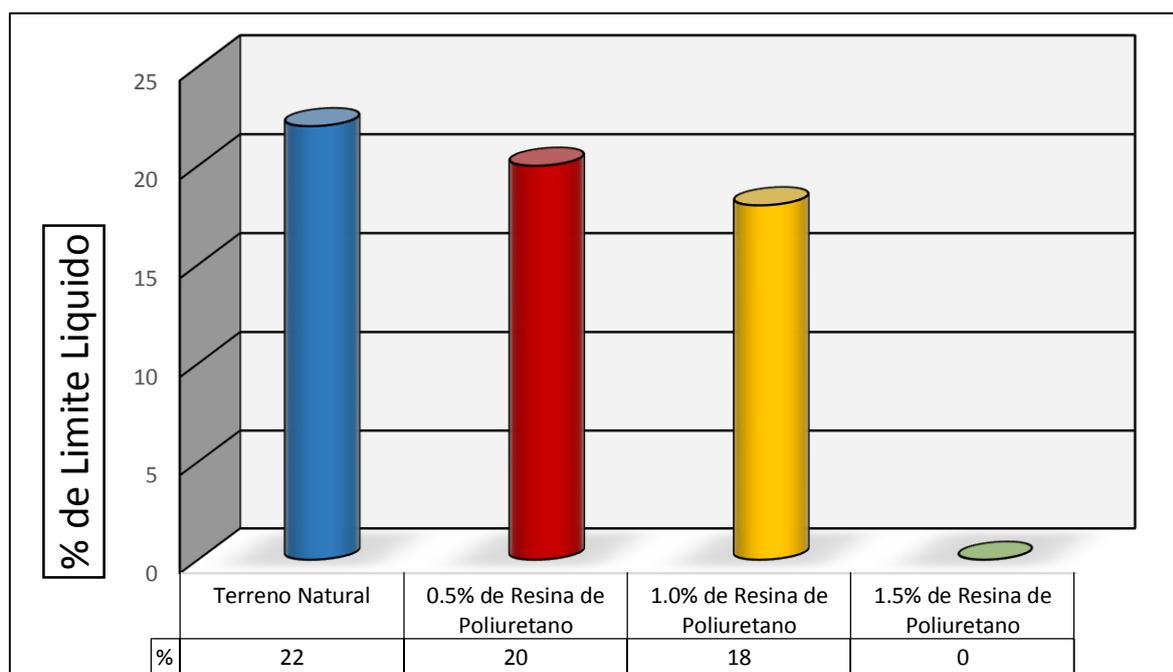
#### ✓ Calicata C-1

**TABLA N°20 - Cuadro comparativo de los ensayos de Limite Liquido.**

C-1	Limite Liquido			
	Terreno Natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
%	22	20	18	NP
		-9.09%	-18.18%	-100.00%

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°19 - Comparación de los resultados de Límite Líquido.**



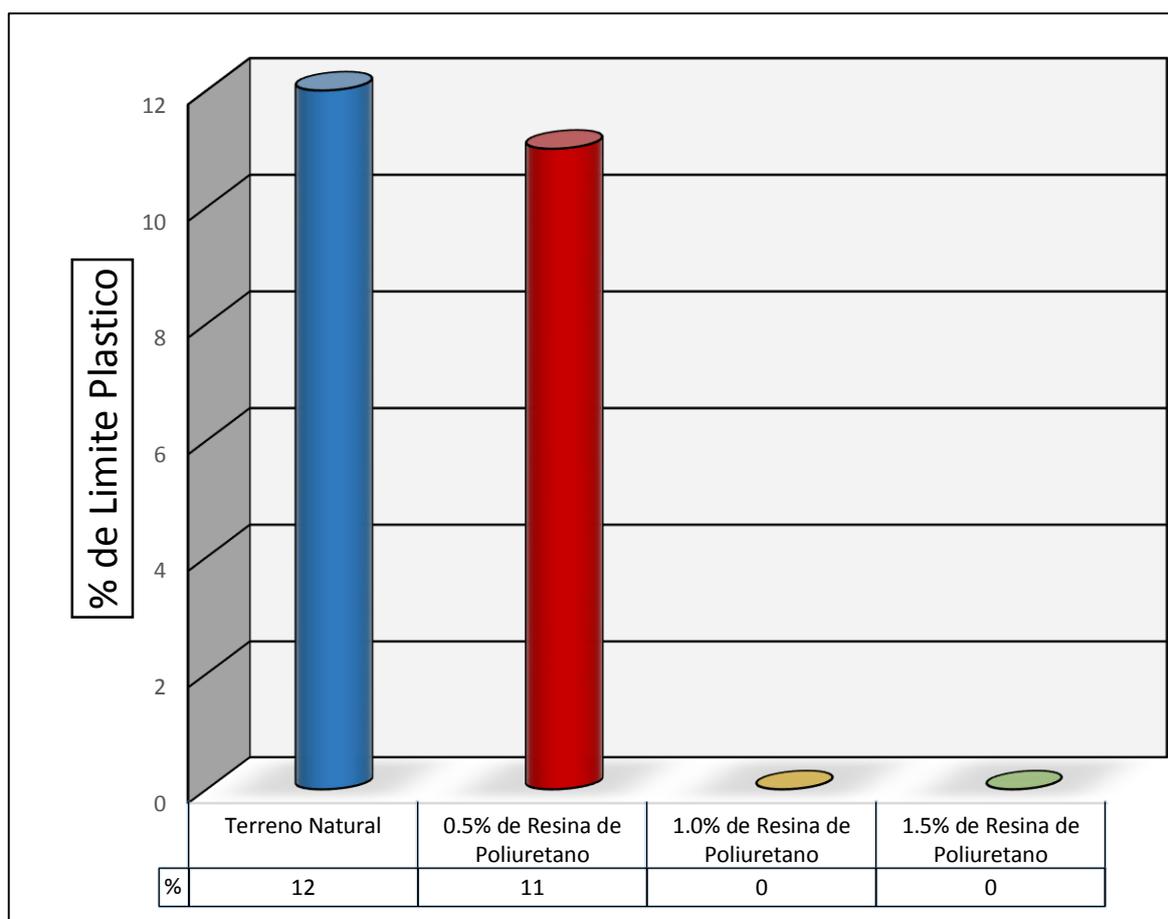
**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°20 y en figura N°19, luego de haber realizado el ensayo de límite líquido se obtuvo que el valor de la muestra patrón fue 22%, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 20% es decir un -9.09% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un 18% o un -18.08% menor que el terreno natural, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado NP (no plástico).

**TABLA N°21 - Cuadro comparativo de los ensayos de Limite Plástico.**

C-1	Limite Plástico			
	Terreno Natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
%	12	11	NP	NP
		-8.33%	-100.00%	-100.00%

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°20 - Comparación de los resultados de Límite Plástico.**



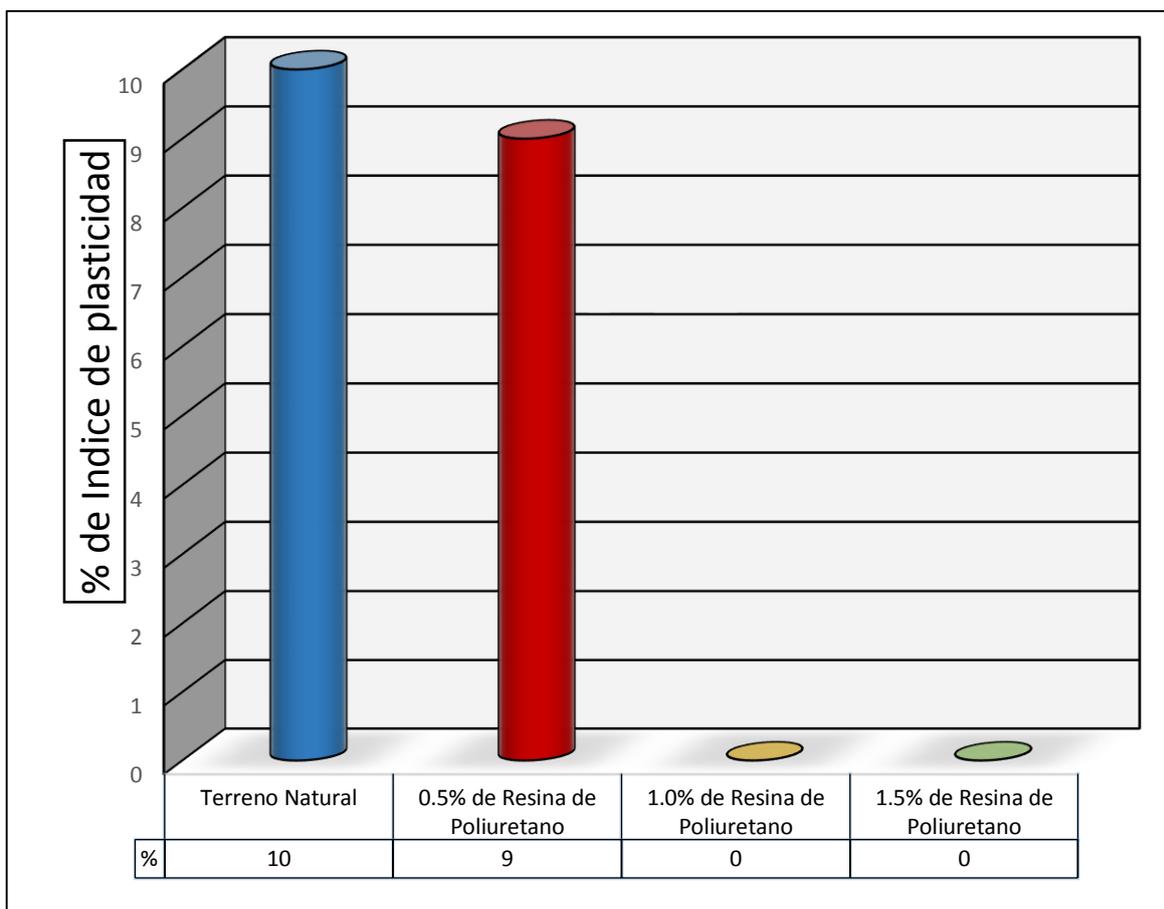
**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°21 y la figura N°20 , luego de haber realizado el ensayo de límite plástico se obtuvo que el valor de la muestra patrón fue 12%, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 11% es decir un -8.33% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un NP (no plástico) al terreno natural, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado un NP.

**TABLA N°22 - Cuadro comparativo de los ensayos de Índice de Plasticidad.**

C-1	Índice de plasticidad			
	Terreno Natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
%	10	9	NP	NP
		-10%	-100.00%	-100.00%

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°21 - Comparación de los resultados de Índice de Plasticidad.**



**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°22 y la figura N°21 , luego de haber realizado el ensayo de Índice de plasticidad se obtuvo que el valor de la muestra patrón fue 10%, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 9% es decir un -10% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un NP (no plástico), posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado un NP.

## Ensayo de Proctor Modificado

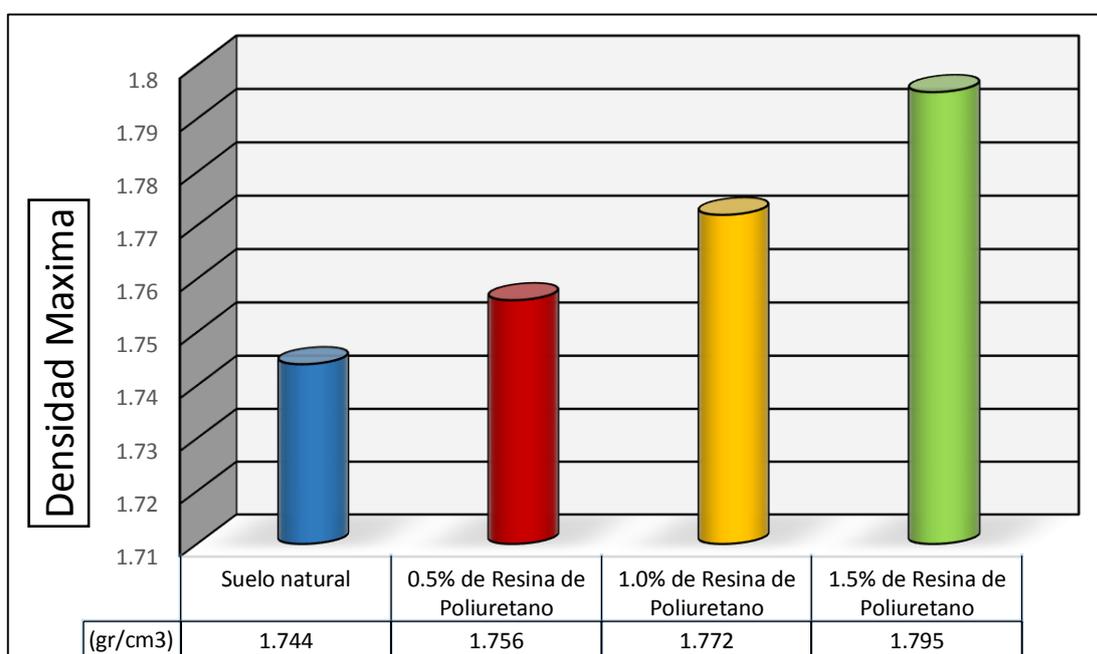
✓ Calicata C-1

**TABLA N°23** - Cuadro comparativo de Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>).

C-1	Densidad Máxima Seca			
	Suelo natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
(gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.756	1.772	1.795
		0.69%	1.61%	2.92%

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°22** - Resultados de la Densidad Máxima Seca (gr/cm<sup>3</sup>).



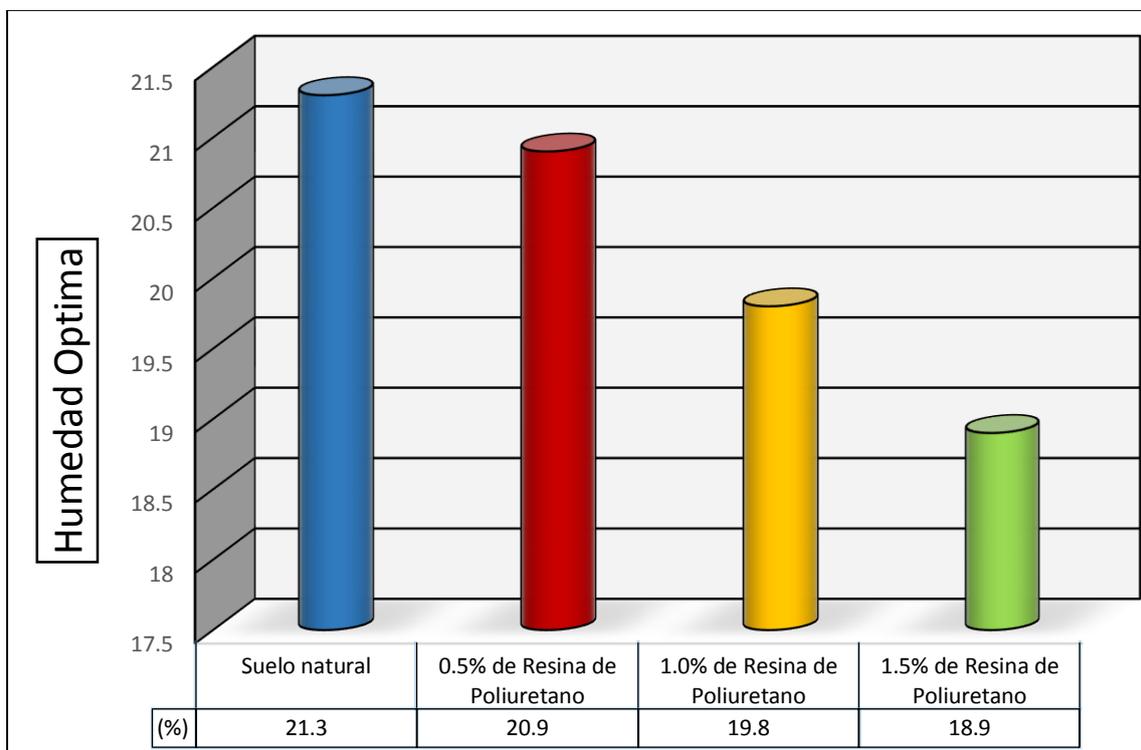
**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°23 y la figura N°22, luego de haber realizado el ensayo de Proctor modificado se obtuvo la densidad máxima seca con el valor de la muestra patrón que fue 1.744 gr/cm<sup>3</sup>, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 1.756 gr/cm<sup>3</sup> es decir un 0.69% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un 1.772 gr/cm<sup>3</sup> o un 1.61% mayor que el terreno natural, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado un 1.795 gr/cm<sup>3</sup> el cual tuvo un porcentaje más óptimo a las diferentes proporciones utilizadas. Este último tuvo un porcentaje 2.92% siendo este el límite plástico más óptimo.

**TABLA N°24 - Cuadro comparativo de la Humedad Óptima (%).**

C-1	Humedad Óptima			
	Suelo natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
%	21.3	20.9	19.8	18.9
		-1.88%	-7.04%	-11.27%

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°23 - Resultados de la Humedad Óptima (%).**



**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°24 y la figura N°23 , luego de haber realizado el ensayo de Proctor modificado se obtuvo la humedad óptima con el valor de la muestra patrón que fue 21.3%, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 20.9% es decir un -1.88% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un 19.8% o un -7.04% menor que el terreno natural, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado un 18.9% el cual tuvo un porcentaje menos óptimo a las diferentes proporciones utilizadas. Este último tuvo un porcentaje -11.27% siendo este el limite plástico menos óptimo.

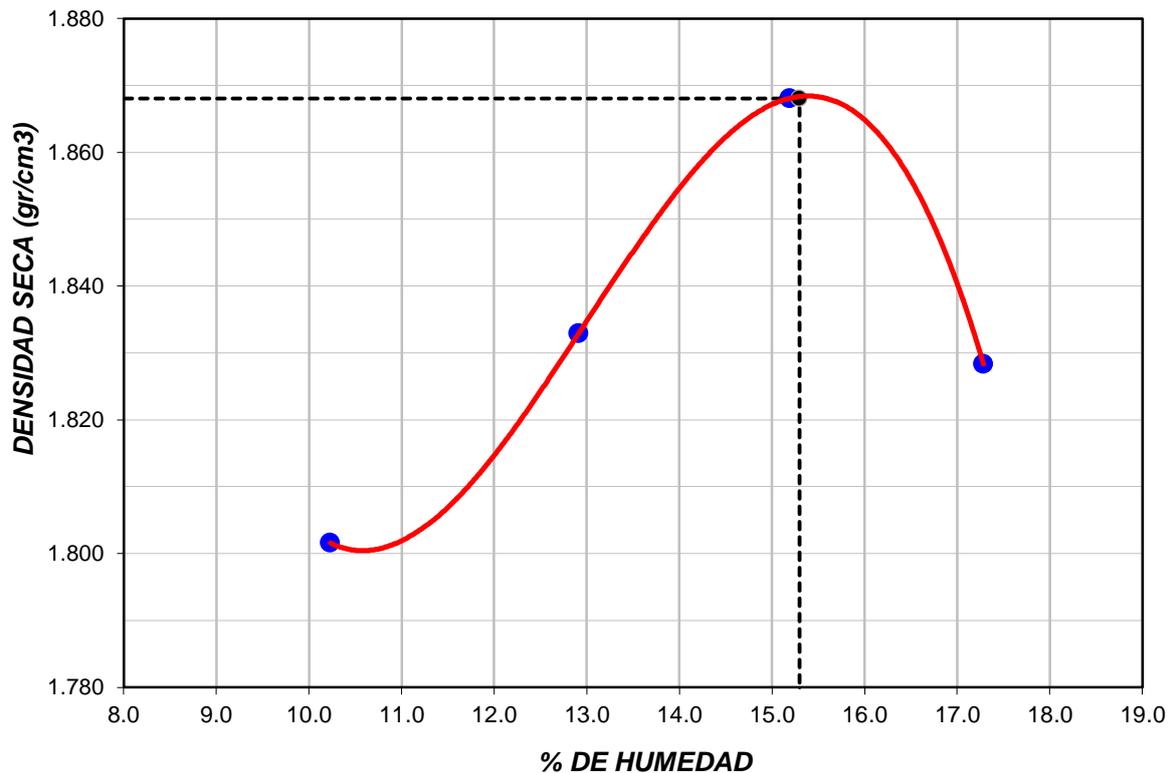
✓ Calicata C-2

**TABLA N°25 - Datos de Proctor modificado C-2.**

C-2	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD Óptima (%)
1.868	15.3

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°24 - Resultado de Proctor modificado del Terreno natural**



**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°25 y la figura N°24 , luego de haber realizado el ensayo de Proctor modificado de la Calicata C-2 se obtuvo como densidad Máxima Seca de la muestra patrón un 1.868 gr/cm<sup>3</sup>, mientras la Humedad óptima un resultado de 15.3%.

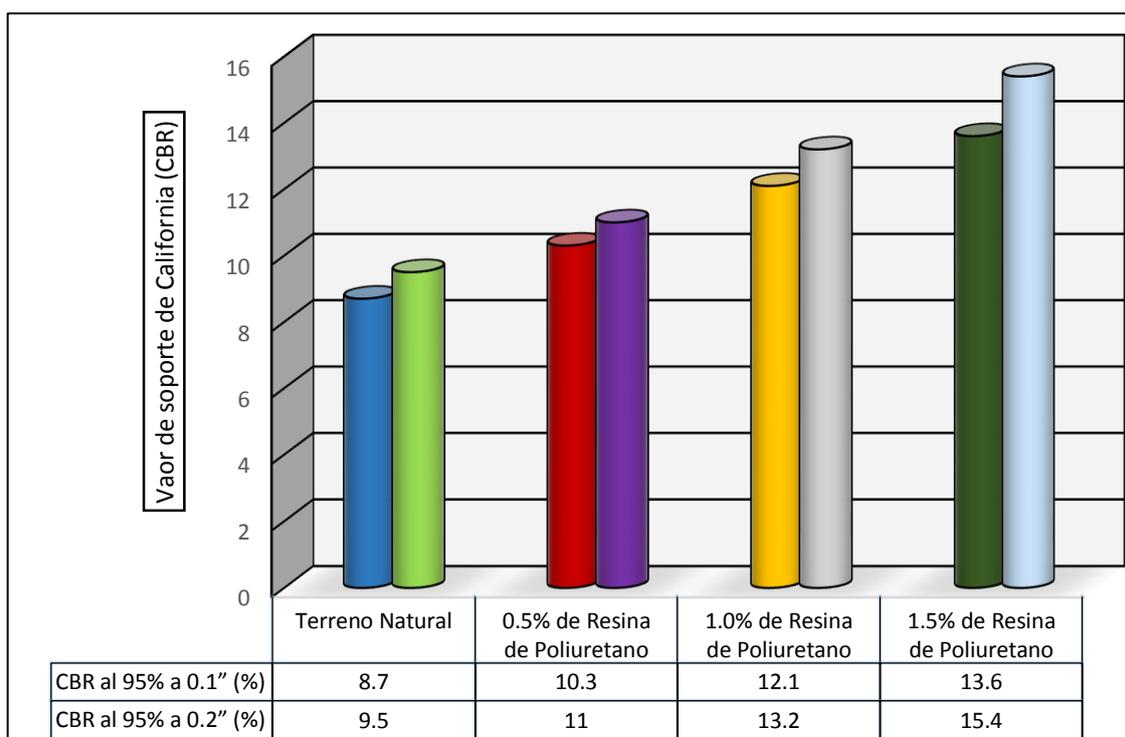
## Ensayos de CBR

### ✓ Calicata C-1

**TABLA N°26 - Cuadro comparativo de CBR 95%.**

C-1	CBR 95%			
	Terreno Natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
CBR al 95% a 0.1" (%)	8.7	10.3	12.1	13.6
CBR al 95% a 0.2" (%)	9.5	11	13.2	15.4

**FIGURA N°25 - Resultado de CBR 95%.**



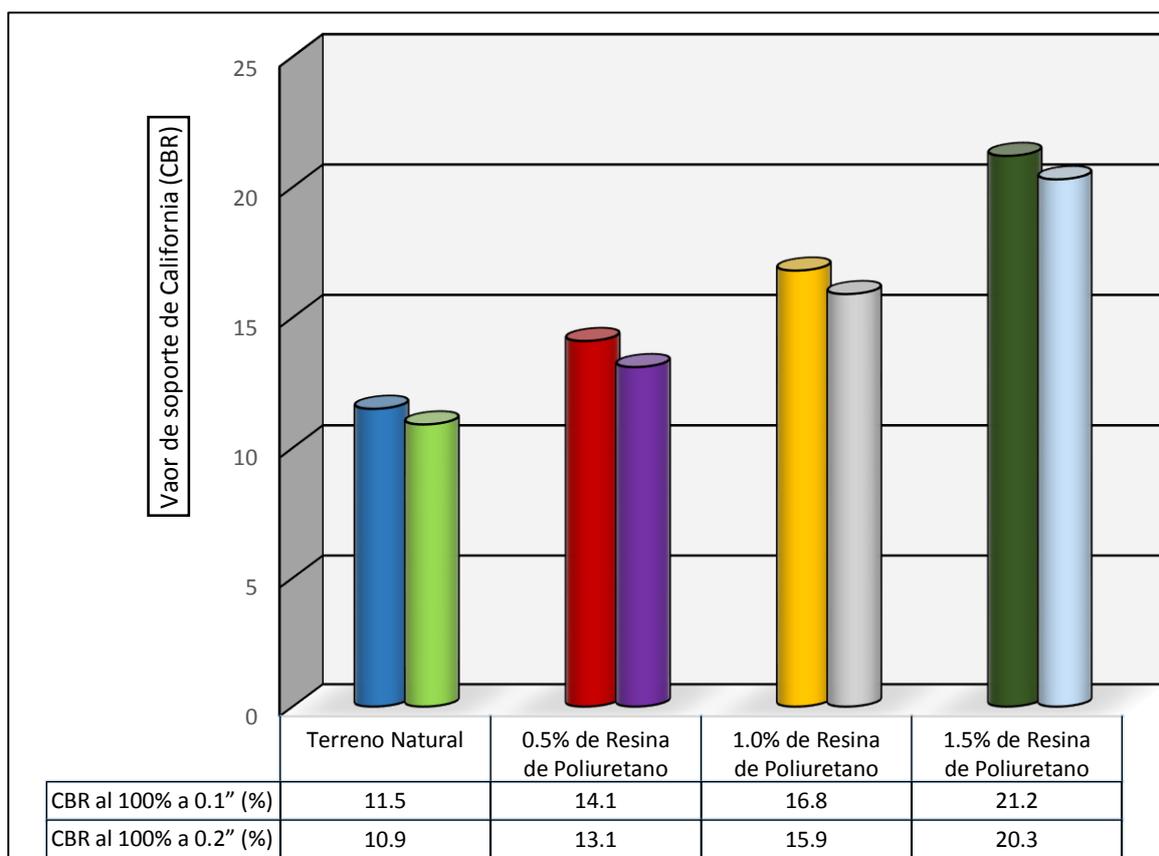
**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°26 y la figura N°25 , luego de haber realizado el ensayo de CBR de la Calicata C-1 se obtuvo la capacidad portante donde el valor de la muestra patrón de 0.1" fue 8.7% y en 0.2" tuvo 9.5", mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó en 0.1" un 10.3 % y en 0.2" tuvo 11%, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado en 0.1" un 12.1% y en 0.2" tuvo 13.2%, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado en 0.1" un 13.6% y en 0.2" tuvo 15.4%.

**TABLA N°27 - Cuadro comparativo de CBR 100%.**

C-1	CBR 100%			
	Terreno Natural	0.5% de Resina de Poliuretano	1.0% de Resina de Poliuretano	1.5% de Resina de Poliuretano
CBR al 100% a 0.1" (%)	11.5	14.1	16.8	21.2
CBR al 100% a 0.2" (%)	10.9	13.1	15.9	20.3

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°26 - Resultado de CBR 100%.**



**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°27 y la figura N°26 , luego de haber realizado el ensayo de CBR de la Calicata C-1 se obtuvo la capacidad portante donde el valor de la muestra patrón de 0.1" fue 11.4% y en 0.2" tuvo 10.9", mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó en 0.1" un 14.1 % y en 0.2" tuvo 13.1%, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado en 0.1" un 16.8% y en 0.2" tuvo 15.9%, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado en 0.1" un 21.2% y en 0.2" tuvo 20.3%.

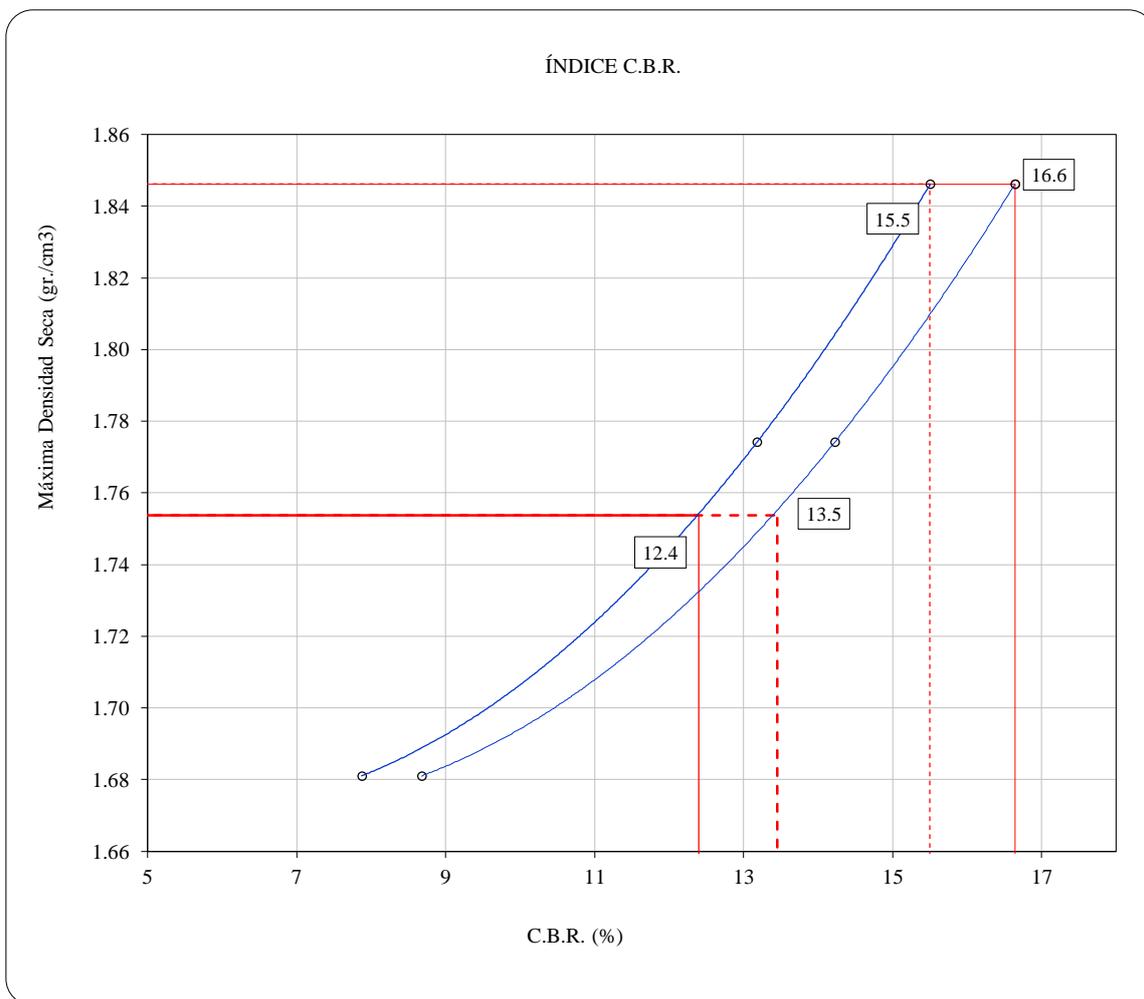
✓ Calicata C-2

**TABLA N°28 - Cuadro comparativo de CBR 100% y el 95%.**

C-2	0.1"	0.2"
C.B.R. al 100%	16.6	15.5
C.B.R. al 95%	12.4	13.5

**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°27 - Resultado de CBR 100% y 95%.**



**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N°28 y la figura N°27, luego de haber realizado el ensayo de CBR de la Calicata C-2 se obtuvo la capacidad portante donde el valor de la muestra patrón en un 100% de 0.1" fue 16.6% y en 0.2" tuvo 15.5%, mientras en la muestra patrón de 95% de 0.1" fue 12.4% y en 0.2" tuvo 13.5%.

## V. DISCUSIÓN

### **INDICADOR: límite líquido**

Al incorporar las diversas proporciones de resina de poliuretano, en el límite líquido se genera una disminución conforme aumentamos el porcentaje de estabilizador; el terreno patrón alcanzo un 22%, empleando una proporción de 1.5% se determinó NP (no plástico). Según Godoy (2018), en su tesis, su suelo natural posee un 46% de límite líquido, al incorporar un 6% el estabilizador, obtuvo un 44%. De acuerdo a lo mencionado se determinó que conforme se siga incrementando el porcentaje del estabilizador disminuirá el % de límite líquido.

### **INDICADOR: limite plástico**

Obteniendo los diferentes ensayos de limite liquido añadiendo el estabilizador, se percibe que empieza a decrecer el límite plástico, según se vaya incrementado el porcentaje de resina de poliuretano, dando como terreno natural de 12% y al incorporar el porcentaje de 1.5% resulto un NP (no plástico). Según López (2010), en su tesis, respecto a su suelo natural le resulto un 36% de límite plástico, aplicando el 4% de poliuretano tuvo como límite plástico un 28,2% y al incorporar un 6% resulto un 36%. De acuerdo a lo mencionado se determinó que al añadir diferentes porcentajes decrece hasta no tener plasticidad, pero hay excepciones que aumentan y posteriormente añadiendo otro porcentaje más algo disminuye.

### **INDICADOR: densidad máxima seca**

De acuerdo a los resultados obtenidos, el terreno natural empieza con 1.774 gr/cm<sup>3</sup> que es el más bajo, al aplicar 1.5% de resina de poliuretano resulto un 1.795 gr/cm<sup>3</sup> y conforme se va agregando la resina de poliuretano va en ascenso. Según Caritomay (2018), tiene como base de suelo natural de 1.730 gr/cm<sup>3</sup> y al utilizar un porcentaje de 10% de polimero aumenta hasta 1.746 gr/cm<sup>3</sup>, al querer incrementar el porcentaje a un 12% dio como resultado 1.721 gr/cm<sup>3</sup>. Según lo mencionado se determinó que el estabilizador aumenta su densidad máxima hasta cierta cantidad de porcentaje.

### **INDICADOR: humedad optima**

La muestra patrón resulto tener la mayor humedad optima teniendo como resultado 21.3%, posteriormente añadiendo los porcentajes fue decreciendo al incorporar un 1.5% nos dio un 18.9%. Según Caritomay (2018), en su muestra patrón tiene un 16%, este resultado es el más alto a diferencia de los porcentajes que se añaden, baja hasta el 10% dando como resultado un 15.20%, al incorporar 12% empieza a aumentar a 15.50%. De acuerdo con lo mencionado se puede percibir que incrementando la cantidad de porcentaje que de estabilizador disminuye y en cierto porcentaje aumenta.

### **INDICADOR: RESISTENCIA MECÁNICA DE SUELO**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo CBR (California Bearing Ratio) se puede apreciar que el valor CBR aumenta, que la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso muestra patrón de 0.1" fue 8.7% y en 0.2" tuvo 9.5", se incrementa a medida que se incrementa el % de incorporación de resina de poliuretano y se obtiene la máxima capacidad que tuvo un 0.1" un 21.2% y en 0.2" tuvo 20.3%. Con 1.5% del estabilizador.

El incremento de la capacidad portante es debido a que cuando la resina de poliuretano es añadida al suelo, las partículas se agrupan y conforman lazos de fusión entre el suelo y las moléculas de este. El elevado peso molecular, asimismo la grande cadena de polímeros conforman una matriz sólida que es duradero y consistente al agua. Según Curitomay (2018), tiene como base de suelo natural N° 3 del CBR de 95% tuvo un 8.80% y posteriormente se añadió el 12% de polímero teniendo como resultado de 11.70%; Asimismo con un CBR de 100% el terreno natural tuvo como resultado 9.60% y al incorporar el 12% de polímero tuvo un 13.30. De acuerdo con lo menciona se deduce que al añadir los diversas porcentajes aumenta la capacidad portante del suelo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que según se incrementa el porcentaje del estabilizador de resina de poliuretano en un suelo arcilloso arenoso, presenta un aumento de la capacidad portante.
2. Se determinó que el índice de plasticidad, va disminuyendo según se vaya aumentado el porcentaje de estabilizador resina de poliuretano, determinando así el índice de plasticidad: la muestra patrón fue 10%, mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó un 9% es decir un -10% a comparación del terreno natural, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado un NP (no plástico), posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado un NP.
3. Se definió la compactación de los suelos, brindado como parámetros la densidad máxima seca y la humedad óptima, para la densidad máxima seca se muestra un ligero aumento de 1.756 gr/cm<sup>3</sup> (muestra patrón) a 1.795 gr/cm<sup>3</sup> (1.5% de resina de poliuretano), respecto a la humedad óptima, el terreno natural tuvo 21.3%, con la dosificación de 1.5% de resina de poliuretano esta disminuyo a 18.9%.
4. Se determinó la resistencia mecánica del suelo (CBR), estabilizado con 0.5%, 1.0% y 1.5% de resina de poliuretano, se obtuvo la capacidad portante donde el valor de la muestra patrón de 0.1" fue 11.4% y en 0.2" tuvo 10.9", mientras al incorporar la resina de poliuretano con un porcentaje de 0.5% nos resultó en 0.1" un 14.1 % y en 0.2" tuvo 13.1%, asimismo se aplicó un porcentaje de 1.0% dándome como resultado en 0.1" un 16.8% y en 0.2" tuvo 15.9%, posteriormente se le añadió un porcentaje de 1.5% teniendo como resultado en 0.1" un 21.2% y en 0.2" tuvo 20.3%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Investigar la resistencia mecánica en los diversos tipos de suelos empleando el estabilizador resina de poliuretano,
- Se recomienda ejecutar ensayos con proporciones que sobrepasen el 1.5% para poder llegar a los parámetros que indiquen el manual sobre el índice de plasticidad.
- Se recomienda tener un control muy riguroso en el desarrollo de compactación del suelo y asimismo del pesado de cada muestra, puesto que esto dependerá nuestro resultado que esperamos para adquirir la densidad máxima seca y la óptima humedad.
- Se recomienda investigar la influencia del costo y comparar con otros estabilizadores y percibir cuál de estas es la más eficaz, Asimismo comparar sus resultados.

## REFERENCIAS

ABREU, José. El Método de la Investigación. [en línea] México: International Journal of Good Conscience. 2014 [fecha de consulta: diciembre de 2014].

Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)

ISSN: 1870-557X

ALTAMIRANO, Genaro y DIAZ, Axell. “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE CAL EN LAS VÍAS DE LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO DEL PEGÓN, MUNICIPIO POTOSÍ- RIVAS” ” [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua 2015. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6456>

ASTM D 3282(1973)- Clasificación AASHTO.

ASTM. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. ASTM C 136 – 01.

ASTM. Standard Test Method For Materials Finer Than 75  $\mu\text{m}$  Sieve in Mineral Aggregates by Washing. ASTM C 117 – 95.

ASTM. Standard Test Methods for Laboratory Soil Compaction Characteristics. ASTM D1557 – 12e1.

ASTM. Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory Compacted Soils. ASTM D1883 – 16.

Badillo, E. J. (2008). Mecánica de suelos. México: Limusa S.A

BERNAL, Luis. "RECUPERACIÓN DE LOSAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO ASENTADAS, MEDIANTE EL USO DE POLÍMEROS DE INYECCIÓN" [en línea] Universidad Militar Nueva Granada 2015. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020]. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13929>

BIZARRETA, Julio y OCHOA, Rocio. Experimental Study on Stabilization of Soft Subgrade Soil with Concrete Fine Fraction Waste. Brasil: Universidad Federal de la Integración Latinoamericana, 2020. 12 pp.

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica. [en línea] Lima: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016. Disponible en:

[https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp.

ISBN: 9681864891

CARITOMAY, Carlos. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolimero, aplicado a obra viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma – Yanayacu, distrito de Socos. ((Tesis para optar el título de ingeniería civil) [En línea]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2018. Disponible en:

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3569>

DE LA CRUZ, Lizeth y SALCEDO, Kaite. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian - Huancayo - Junín. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, 2016. 146 pp.

FERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y Baptista, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6 ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014 [fecha de consulta: abril de 2014]. Disponible en:  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0

GAVILLANES, Erick. “ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL EN EL SECTOR DE SANTOS PAMBA BARRIO COLINAS DEL SUR” [en línea]. Universidad Internacional del Ecuador 2015. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2020]. Disponible en:  
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>

Godoy. Modificación de la capacidad portante de la subrasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en pavimento flexible en la av. Ganaderos – Surco, 2018. (Ingeniería Civil). Perú. Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Golfín-ballester, kenneth alejandro. Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas. 2019.

LÓPEZ Lara, T. (2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de Polímeros, 11(3) pp.159-168.

Maldonado y Sarrin. “Estabilización del suelo con fines de pavimentación del valle san Rafael con ceniza de Cascara de arroz añadiendo 5%, 10% y 15%. Casma – Ancash – 2018”. (Ingeniería Civil). Perú. Universidad Cesar Vallejo, 2018.

MONJE, Carlos. "Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica" " [en línea]. Universidad surcolombiana 2011. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2020]. Disponible en:

<https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

ALFONSO MONTEJO FONSECA. (1998). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Universidad Católica de Colombia, 1998 (733 p.)

ISBN 9589603629, 9789589603628

MTC, & MTC; TÉRMINOS, GLOSARIO DE. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima. Internacionales.

MTC E 1109 (2004) - Norma técnica de estabilizadores químicos.

MTC (2008) - Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

NTP 339.127 (1999) – Contenido de humedad.

NTP 339.128 (1999) – Análisis granulométrico.

NTP 339.129 (1999) – Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

NTP 339.134 (1999) – Clasificación SUCS.

NTP 339.141 (1999) – Método de ensayo Proctor modificado.

NTP 339.145 (1999) – Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de california) de suelos compactados en laboratorio.

PALOMINO, Karen. Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100. (Ingeniería Civil). Perú. Universidad Privada del Norte, 2016. 126 p.

PALLI, Edwin. Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de san román. 2015.

PIQUERAS, V. (2014). Estabilización de suelos-Universidad Politecnica de Valencia.

RAVINES ALIAGA, Juan Alberto. Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Ingeniería y Gerencia en la Construcción (Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias). Cajamarca, 2017.169 p.

Roldán de Paz, J. (2010). Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases. (Tesis de Título). Universidad de San Carlos de Guatemala.

RNE (2010) - Pavimentos urbanos.

SÁNCHEZ, María. “estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí” [en línea]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 2014. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11180/TESIS-PUCES%C3%A1nchez%20Alb%C3%A1n%20Mar%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SILIKA MOLDES E INSUMOS. 15 de enero 2020. Disponible en: <https://silikamoldeseinsumos.pe/producto/resina-poliuretano-silikast-pu/>

TUPIA, Carlos. Determinación de las características de soporte de cimentación de un pavimento por medio de un equipo dinámico. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería (Para obtener el grado de Ingeniero Civil). Lima, 2001. 245 p.

Valdez Guzmán, C. (2008). Estudio comparativo de estabilización de un suelo arcilloso altamente expansivo, utilizando un co-polimero multienzimático. (Tesis de Título). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México.

Vásquez jara, jaime david. Estabilización de suelos cohesivos con cal. 2008.

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el Centro Poblado El Potao, Barranca – 2020.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	VARIABLE INDEPENDIENTE (X) Resina de poliuretano	Dosificación de Estabilizador	0.5% 1.0% 1.5%	- Ficha técnica. - Jarra de medición.
¿De qué manera la resina de poliuretano mejora la estabilización de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020?	Evaluar el porcentaje de resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.	La aplicación de resina de poliuretano influye significativamente en la estabilización de la subrasante en el C.P. El Potao, Barranca - 2020.				
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	VARIABLE DEPENDIENTE (Y) Estabilización de la subrasante	Propiedades mecánicas	Limite líquido Limite plástico Densidad Máxima Seca Humedad Óptima Resistencia mecánica de suelo	- Ficha técnica. - Tara. - Balanza. - Cuchara de Casagrande. - Horno. - Límites de Atterberg (MTC E1090 – 200). - Ficha técnica. - Molde. - Pinsón. - Balanza. - Probeta. - Proctor modificado (MTC E115 – 2000). - Ficha técnica. - Molde. - Pinsón. - Balanza. - Probeta. - Ensayo CBR (MTC E 132 - 2000)
¿Cuánto será la plasticidad del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020?	Determinar la plasticidad del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.	La plasticidad del suelo con resina de poliuretano es significativa para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.				
¿Cuánto será la densidad máxima seca y la humedad óptima con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020?	Determinar la densidad máxima seca y la humedad óptima con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.	La densidad máxima seca y la humedad óptima con resina de poliuretano es significativa para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.				
¿Cuál será la resistencia mecánica del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca - 2020?	Determinar la resistencia mecánica del suelo con resina de poliuretano para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.	La resistencia mecánica del suelo con resina de poliuretano es significativa para la estabilización de la subrasante en el C.P. el Potao, Barranca – 2020.				

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente (X) Resina de poliuretano	“La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.” (López y Ortiz, 218, Pág. 27).	Tiene buena duración y resistencia (aceites/grasas), Extraordinaria resistencia (tracción/abrasión), Puede juntar estructuraciones, Formando uniones adhesivas resistentes a los impactos, Se solidifican estructuras y Puede adherirse a diversos terrenos (implicando al concreto).	Dosificación de Estabilizador	5%	RAZÓN
				7%	
				10%	
Variable dependiente (Y) Estabilización de la subrasante	“La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierra (corte o relleno), sobre el cual se coloca la estructura del pavimento.”(MTC & MTC; términos, glosario de, glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2018, pág. 21).	Para fines de determinar detalladamente la estabilización de suelos, proporcionando y realizando la evaluación de forma rápida y fácil.	Propiedades mecánicas	Limite líquido	RAZÓN
				Limite plástico	
				Densidad Máxima Seca	
				Resistencia mecánica de suelo	

**FUENTE:** Elaboración Propia

**ANEXO N° 03: PANEL FOTOGRÁFICO**

**Fotografía N° 01 y N° 02:** Identificación y recolección de las muestras de las 2 calicatas en el sector del Centro Poblado el Potao – Provincia de Barranca.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 03 y N° 04:** Se puede apreciar la muestra de terreno natural y posteriormente se coloca en un recipiente para luego poder ser pesado.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 05 y N° 06:** Tamizado de la muestra de la Calicata C-1 para los análisis granulométricos y colocación del material húmedo en el horno.

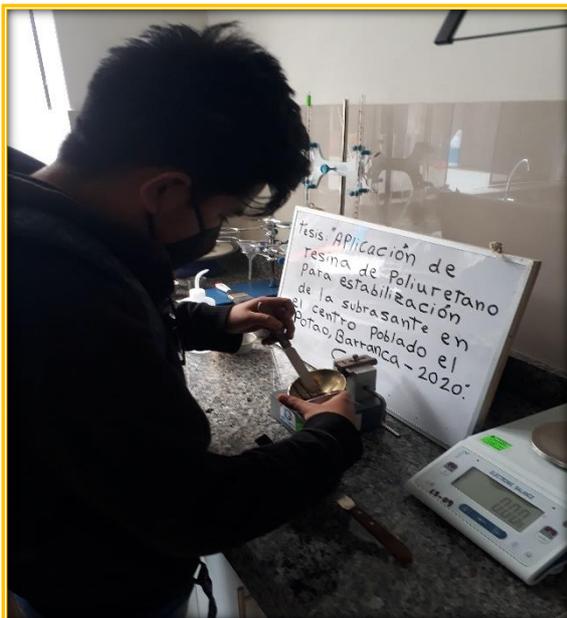


**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 07 y N° 08:** Elaboración de los ensayos atterberg.



**FUENTE:** Elaboración propia.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 09 y N° 10:** Muestra adquirida de los límites líquidos y los límites plásticos.

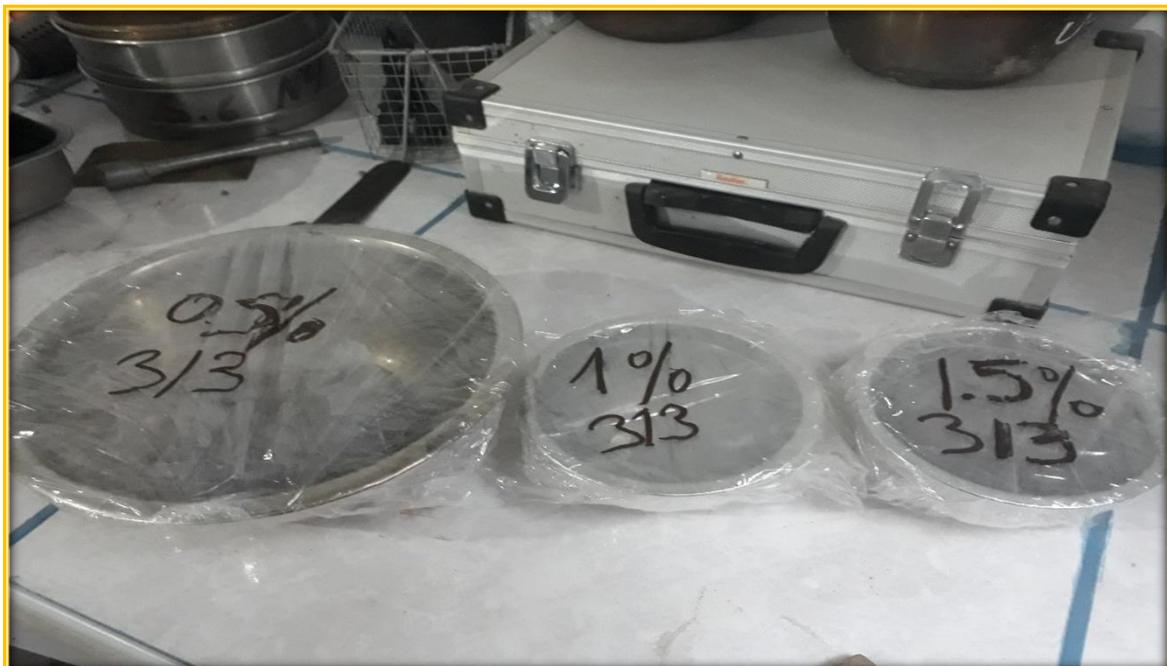


**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 11:** Muestra adquirida añadido los porcentajes de resina de poliuretano.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 12 y N° 13:** Separación y realización de la compactación de la muestra para el ensayo de proctor modificado.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 14:** Ensayo del CBR adicionado la resina de poliuretano.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

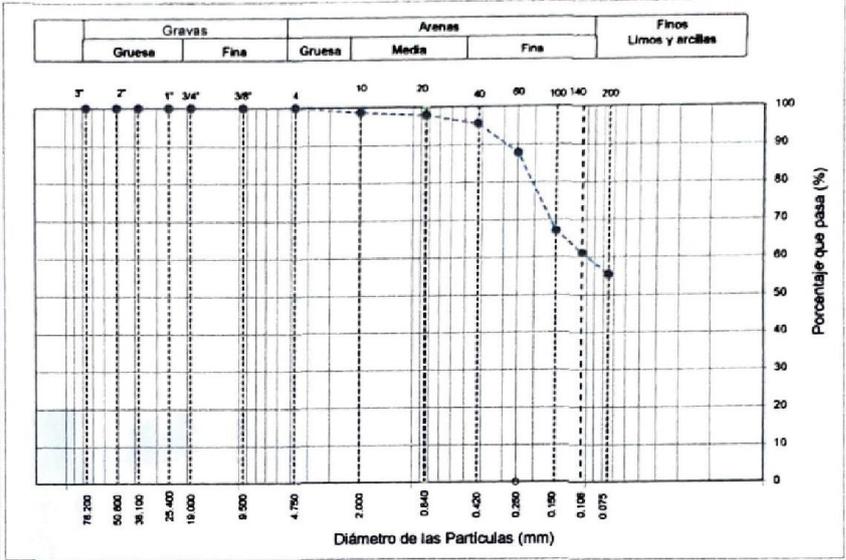
**ANEXO N° 04: PROTOCOLO DE ENSAYOS.**

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020. **Registro N°:** IGC20-LEM-313-01  
**Solicitante** : Geysin Yuler Ruiz Lopez. **Muestreado por** : Solicitante  
**Cliente** : ---. **Ensayado por** : R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto** : El Potao - Barranca. **Fecha de Ensayo** : 5/10/2020  
**Material** : Terreno Natural. **Turno** : Diurno

**Código de Muestra** : ---. **Profundidad** : 1,50 m  
**Sondaje / Calicata** : C-1. **Norte** : ---  
**N° de Muestra** : M-1. **Este** : ---  
**Progresiva** : ---. **Cota** : ---

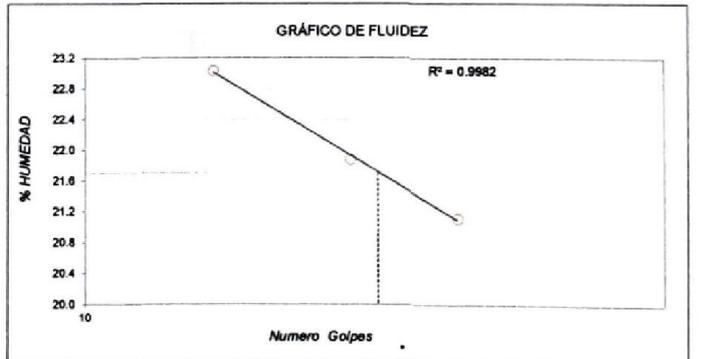
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC. GRAD "B"
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	98.7	
N° 20	0.840	97.9	
N° 40	0.425	95.6	
N° 60	0.250	87.9	
N° 100	0.150	67.1	
N° 140	0.106	61.1	
N° 200	0.075	55.4	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	0
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGEOCONTROL

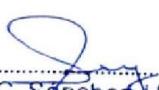
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	22
LÍMITE PLÁSTICO	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	0.2
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	44.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	55.4

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez-Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-313-03
Propietario	: Geysin Yuler Ruiz Lopez	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: El Potao - Barranca	Fecha de Ensayo:	7/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

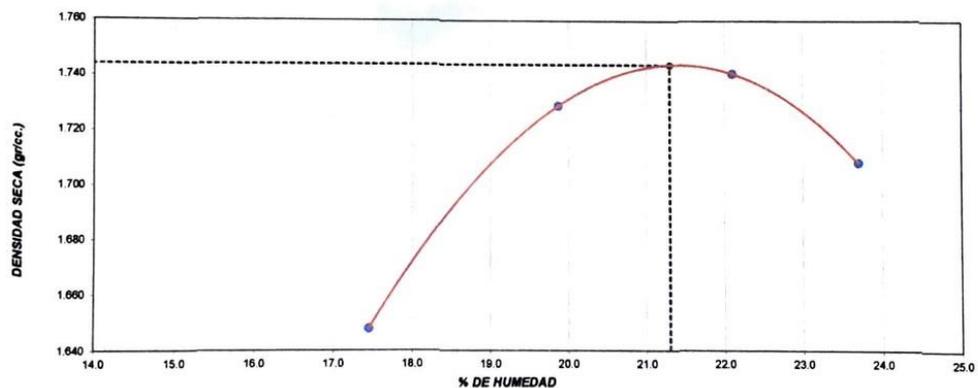
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6269	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.936	2.073	2.126	2.113
Contenido de agua	%	17.4	19.9	22.1	23.7
Densidad Seca	gr/cc	1.648	1.729	1.741	1.708

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.744</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	<b>21.3 %</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-16</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC20-LEM-313-03</b>
<b>Propietario</b>	: Geysin Yuler Rutz Lopez	<b>Muestreado por :</b>	<b>J. Gutiérrez</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: ---	<b>Ensayado por :</b>	<b>R. Leyva</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: El Potao - Barranca	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>11/10/2020</b>
<b>Material</b>	: Terreno Natural	<b>Turno:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: ---	<b>Profundidad:</b>	<b>---</b>
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	<b>---</b>
<b>N° de Muestra</b>	: M-1	<b>Este:</b>	<b>---</b>
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Cota:</b>	<b>---</b>

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	10		1		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.778		12.479		12.219	
Peso molde (gr.)	8.336		8.186		8.170	
Peso suelo compactado (gr.)	4.440		4.293		4.049	
Volumen del molde (cm³)	2.135		2.140		2.123	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.080		2.006		1.907	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.723		1.655		1.587	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	519.4		468.2		457.9	
Tara + suelo seco (gr.)	430.3		386.3		376.3	
Peso de agua (gr.)	89.1		81.9		81.6	
Peso de suelo seco (gr.)	430.3		386.3		376.3	
Humedad (%)	20.7		21.2		21.7	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
11-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
12-oct	14:00	24	2	0.05	0.04	4	0.10	0.09	9	0.23	0.20
13-oct	14:00	48	6	0.15	0.13	7	0.18	0.15	12	0.30	0.26
14-oct	14:00	72	9	0.23	0.20	11	0.28	0.24	19	0.48	0.41
15-oct	14:00	96	12	0.30	0.26	17	0.43	0.37	27	0.69	0.59

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 1				Molde N° 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		51	2.5			50	2.5			20	1.0		
0.050		107	5.3			93	4.6			52	2.6		
0.075		138	6.9			119	5.9			73	3.6		
0.100	70.307	164	8.1	8.1	11.5	141	7.0	7.0	10.0	85	4.2	4.2	6.0
0.150		197	9.7			170	8.4			103	5.1		
0.200	105.460	229	11.3	11.5	10.9	195	9.6	9.7	9.2	118	5.8	5.8	5.6
0.300		293	14.5			237	11.7			139	6.9		
0.400		332	16.4			271	13.4			157	7.8		
0.500		374	18.5			312	15.4			172	8.5		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

Proyecto : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.

Registro N°: IGC20-LEM-313-03

Propietario : Geysin Yuler Ruiz Lopez

Muestreado por : J. Gutiérrez

Código del Proyecto : ---

Ensayado por : R. Leyva

Ubicación de Proyecto : El Potao - Barranca

Fecha de Ensayo: 11/10/2020

Material : Terreno Natural

Turno : Diurno

Identificación : ---

Profundidad : ---

Procedencia : C-1

Norte : ---

N° de Muestra : M-1

Este : ---

Progresiva : ---

Cota : ---

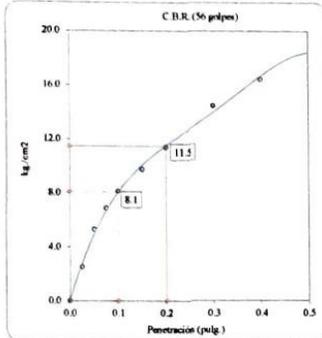
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.744 gr/cm<sup>3</sup>

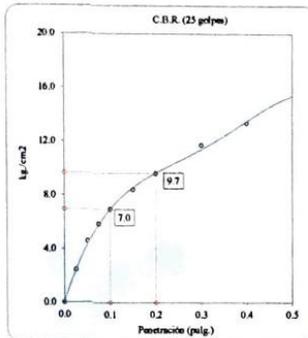
Óptimo Contenido de Humedad : 21.3 %

Máxima Densidad Seca al 95% : 1.657 gr/cm<sup>3</sup>



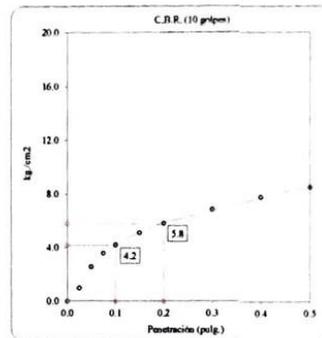
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

11.5 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

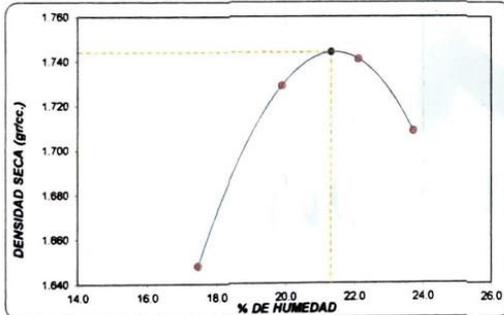
10.0 %



C.B.R. (0.1") 10 GOLPES :

6.0 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



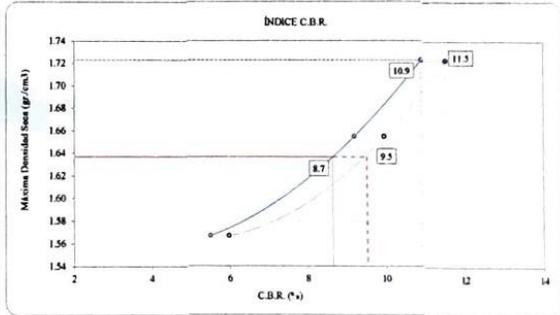
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":

11.5 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":

8.7 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":

10.9 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":

9.5 %

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



JEFE LEM

Nombre y firma:

*Noemí C. Sánchez Huamán*  
Noemí C. Sánchez Huamán  
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

CCQ - LEM

Nombre y firma:

*Jony C. Gutiérrez Abanto*  
Jony C. Gutiérrez Abanto  
GERENTE GENERAL  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-313-04
Propietario	: Geysin Yuler Rutz Lopez	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: El Potao - Barranca	Fecha de Ensayo:	13/10/2020
Material	: Terreno Natural + 0.5% Poliuretano	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Coa:	---

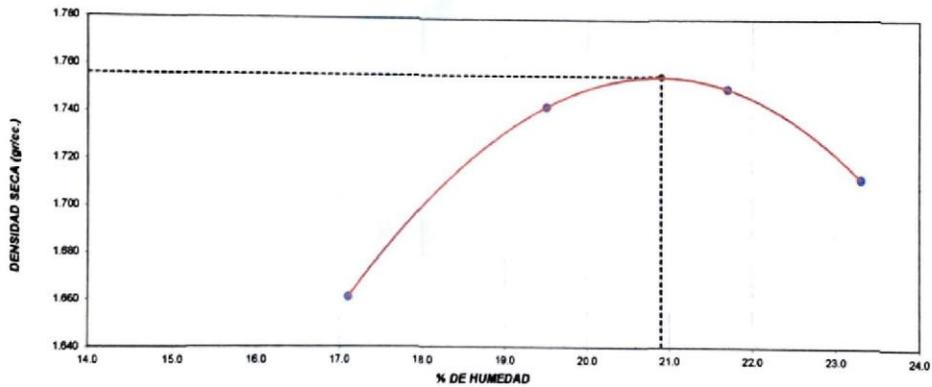
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6269	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.945	2.083	2.131	2.111
Contenido de agua	%	17.1	19.5	21.7	23.3
Densidad Seca	gr/cc	1.661	1.743	1.751	1.712

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.756</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>20.9 %</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC20-LEM-313-04</b>
<b>Propietario</b>	: Geysin Yuler Rutz Lopez	<b>Muestreado por :</b>	<b>J. Gutiérrez</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: --	<b>Ensayado por :</b>	<b>R. Leyva</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: El Potao - Barranca	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>17/10/2020</b>
<b>Material</b>	: Terreno Natural + 0.5% Poliuretano	<b>Turno:</b>	<b>Dilmo</b>
<b>Identificación</b>	: --	<b>Profundidad:</b>	<b>--</b>
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	<b>--</b>
<b>N° de Muestra</b>	: M-1	<b>Este:</b>	<b>--</b>
<b>Progresiva</b>	: --	<b>Cota:</b>	<b>--</b>

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	2		3		4	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
<b>Condición de la muestra</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso suelo + molde (gr.)	12.726		12.352		12.194	
Peso molde (gr.)	8.254		8.039		8.154	
Peso suelo compactado (gr.)	4.472		4.313		4.040	
Volumen del molde (cm³)	2.128		2.125		2.132	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.102		2.030		1.895	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.754		1.691		1.582	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	625.3		512.7		513.9	
Tara + suelo seco (gr.)	521.9		427.2		428.9	
Peso de agua (gr.)	103.4		85.5		85.0	
Peso de suelo seco (gr.)	521.9		427.2		428.9	
Humedad (%)	19.8		20.0		19.8	

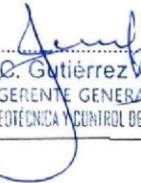
EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
17-oct	14:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
18-oct	14:00	24	3	0.08	0.07	5	0.13	0.11	10	0.25	0.22
19-oct	14:00	48	7	0.18	0.15	8	0.20	0.17	14	0.36	0.30
20-oct	14:00	72	10	0.25	0.22	12	0.30	0.26	21	0.53	0.46
21-oct	14:00	96	14	0.36	0.30	18	0.46	0.39	29	0.74	0.63

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 2				Molde N° 3				Molde N° 4			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		62	3.1			60	3.0			24	1.2		
0.050		130	6.4			113	5.6			63	3.1		
0.075		168	8.3			144	7.1			88	4.4		
0.100	70.307	198	9.8	9.9	14.1	171	8.5	8.4	11.8	103	5.1	5.0	7.1
0.150		239	11.8			207	10.2			120	5.9		
0.200	105.460	278	13.8	13.8	13.1	236	11.7	11.8	11.2	136	6.7	6.6	8.3
0.300		355	17.6			288	14.3			159	7.9		
0.400		403	20.0			328	16.2			191	9.5		
0.500		453	22.4			379	18.8			208	10.3		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

--

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Proyecto : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.

Registro N°: IGC20-LEM-313-04

Propietario : Geysin Yuler Ruiz Lopez

Muestreado por : J. Gutiérrez

Código del Proyecto : —

Ensayado por : R. Leyva

Ubicación de Proyecto : El Potao - Barranca

Fecha de Ensayo: 17/10/2020

Material : Terreno Natural + 0.5% Poliuretano

Turno: Diurno

Identificación : —

Profundidad: —

Procedencia : C-1

Norte: —

N° de Muestra : M-1

Este: —

Progresiva : —

Cola: —

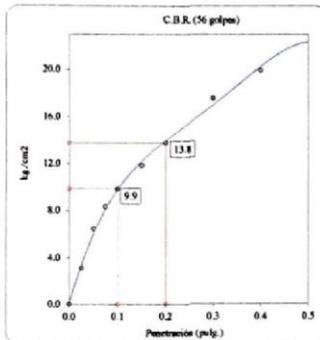
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883

Datos de muestra

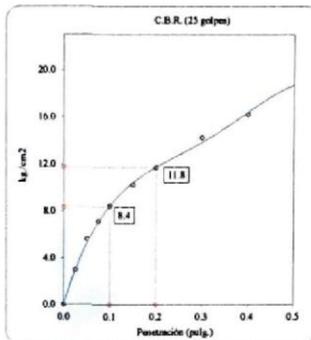
Máxima Densidad Seca : 1.756 gr/cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad : 20.9 %

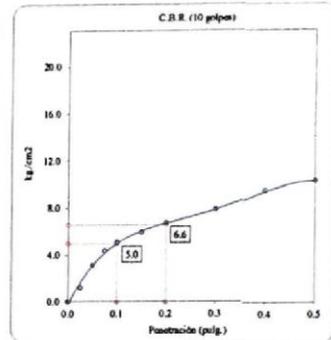
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.688 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1\*) 56 GOLPES : 14.1 %

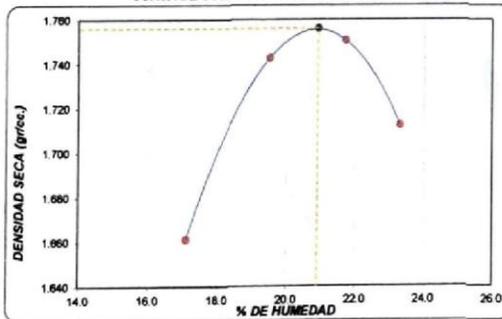


C.B.R. (0.1\*) 25 GOLPES : 11.9 %



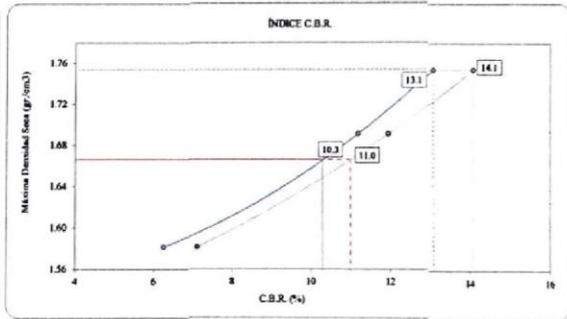
C.B.R. (0.1\*) 10 GOLPES : 7.1 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1\* : 14.1 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1\* : 10.3 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2\* : 13.1 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2\* : 11.0 %

OBSERVACIONES:

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



JEFE LEM

Nombre y firma:

*Noemí C. Sánchez Huamán*  
Noemí C. Sánchez Huamán  
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

CQC - LEM

Nombre y firma:

*Jony C. Gutiérrez Abanto*  
Jony C. Gutiérrez Abanto  
GERENTE GENERAL  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-16
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

**Proyecto** : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020. Registro N°: IGC20-LEM-313-05  
**Propietario** : Geysin Yuler Ruiz Lopez Muestreado por : J. Gutiérrez  
**Código del Proyecto** : — Ensayado por : R. Layva  
**Ubicación de Proyecto** : El Potao - Barranca Fecha de Ensayo: 14/10/2020  
**Material** : Terreno Natural + 1.0% Poliuretano Turno: Diurno

**Identificación** : — Profundidad: ---  
**Procedencia** : C-1 Norte: ---  
**N° de Muestra** : M-1 Este: ---  
**Progresiva** : — Cota: ---

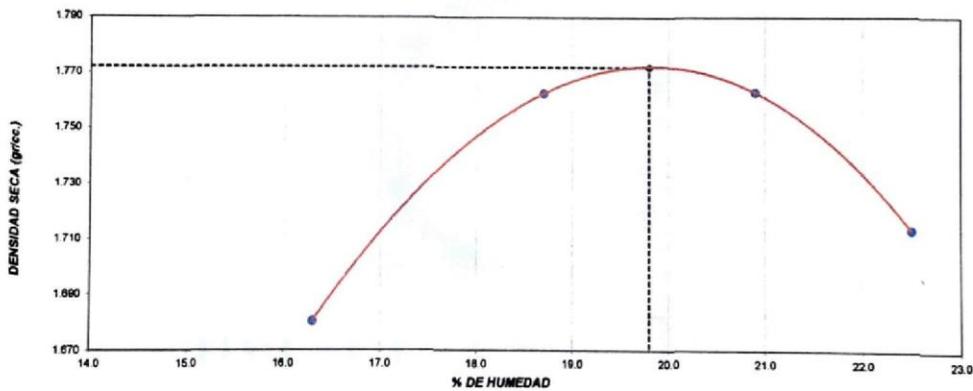
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6269	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.954	2.092	2.132	2.099
Contenido de agua	%	16.3	18.7	20.9	22.5
Densidad Seca	gr/cc	1.680	1.763	1.763	1.714

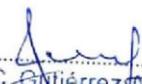
**Densidad Máxima Seca:** 1.772 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Óptima:** 19.8 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- 
- 

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez-Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE.FO.15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	2 de 3

Proyecto	Aplicación de resina de poluretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Patao, Barranca - 2020	Registro N°	IGC20-LEM-313-05
Propietario	Geysin Yuler Ruiz Lopez	Mostrado por	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	—	Elaborado por	R. Layva
Ubicación de Proyecto	El Patao - Barranca	Fecha de Ensayo	19/10/2020
Material	Terrazo Natural + 1.0% Poluretano	Turno	Díamo
Identificación	—	Profundidad	—
Procedencia	C-1	Norte	—
N° de Muestra	M.1	Este	—
Progressiva	—	Sur	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1553**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	5		7		9	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.862		12.815		12.242	
Peso molde (gr.)	5.154		5.267		5.138	
Peso suelo compactado (gr.)	4.608		4.368		4.105	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.127		2.125		2.124	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.119		2.052		1.932	
Densidad Secca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.773		1.711		1.814	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de tara (gr.)	0.0	0.0	0.0
Tara + suelo húmedo (gr.)	589.2	612.3	614.1
Tara + suelo seco (gr.)	493.0	510.6	581.1
Peso de agua (gr.)	96.2	101.7	111.0
Peso de suelo seco (gr.)	493.0	510.6	563.1
Humedad (%)	19.5	19.9	19.7

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18-oct	09:30	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
19-oct	09:30	24	4	0.10	0.09	4	0.10	0.09	11	0.28	0.24
20-oct	09:30	48	7	0.18	0.15	9	0.23	0.20	16	0.41	0.36
21-oct	09:30	72	11	0.26	0.24	13	0.33	0.28	21	0.58	0.53
22-oct	09:30	96	15	0.36	0.33	19	0.48	0.41	32	0.81	0.73

PENETRACIÓN													
Penetración (milg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		75	3.7			73	3.6			75	3.6		
0.050		157	7.8			137	6.8			141	6.8		
0.075		203	10.1			174	8.6			167	8.3		
0.100	70.307	240	11.9	11.8	16.8	207	10.2	10.1	14.4	125	6.2	6.3	6.0
0.150		289	14.3			251	12.4			148	7.2		
0.200	105.460	337	16.7	16.8	18.9	288	14.2	14.1	13.4	160	8.2	8.3	7.6
0.300		430	21.3			349	17.2			192	9.9		
0.400		480	24.2			387	19.7			201	11.4		
0.600		649	27.2			458	22.7			222	12.3		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGENIOCONTROL.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CC - LEM
Nombre y firma 	Nombre y firma  Noemi C. Sanchez-Buaman INGENIERA CIVIL - CIP N° 196329 INGENIERA DEPENDENCIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma  Jony C. Gutierrez Aparicio GERENTE GENERAL INGENIERIA DEPENDENCIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

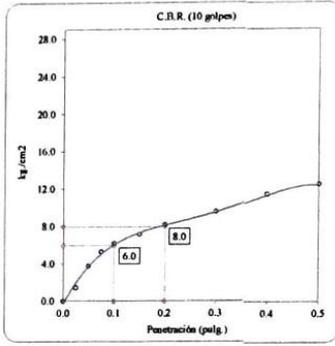
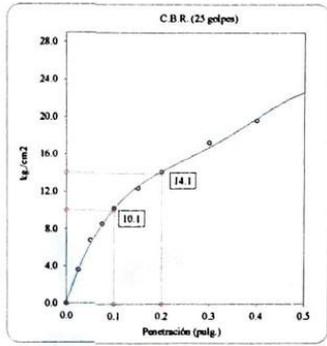
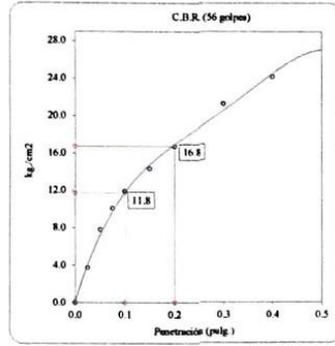
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC20-LEM-313-05</b>
<b>Propietario</b>	: Geysin Yuler Ruiz Lopez	<b>Muestreado por :</b>	<b>J. Gutiérrez</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: —	<b>Ensayado por :</b>	<b>R. Leyva</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: El Potao - Barranca	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>18/10/2020</b>
<b>Material</b>	: Terreno Natural + 1.0% Poliuretano	<b>Turno:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: —	<b>Profundidad:</b>	<b>—</b>
<b>Procedencia</b>	: C-1	<b>Norte:</b>	<b>—</b>
<b>N° de Muestra</b>	: M-1	<b>Este:</b>	<b>—</b>
<b>Progresiva</b>	: —	<b>Cota:</b>	<b>—</b>

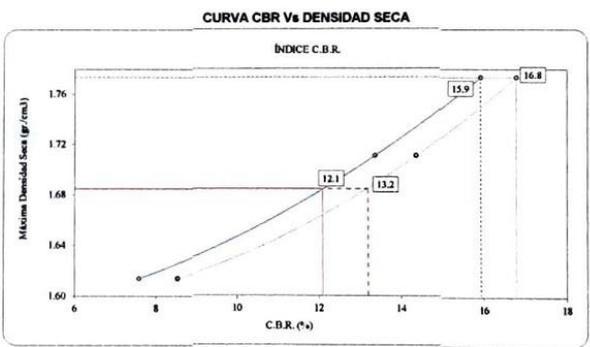
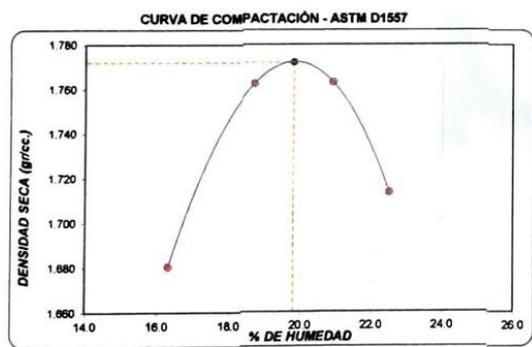
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.772 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 19.8 %  
Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.683 gr/cm<sup>3</sup>



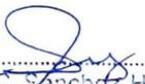
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 16.8 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 14.4 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 8.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 16.8 %      C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 15.9 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.1 %      C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 13.2 %

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-313-06
Propietario	: Geysin Yuler Ruiz Lopez	Muestreado por	: J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: El Potao - Barranca	Fecha de Ensayo	: 15/10/2020
Material	: Terreno Natural + 1.5% Poliuretano	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: ---
Procedencia	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

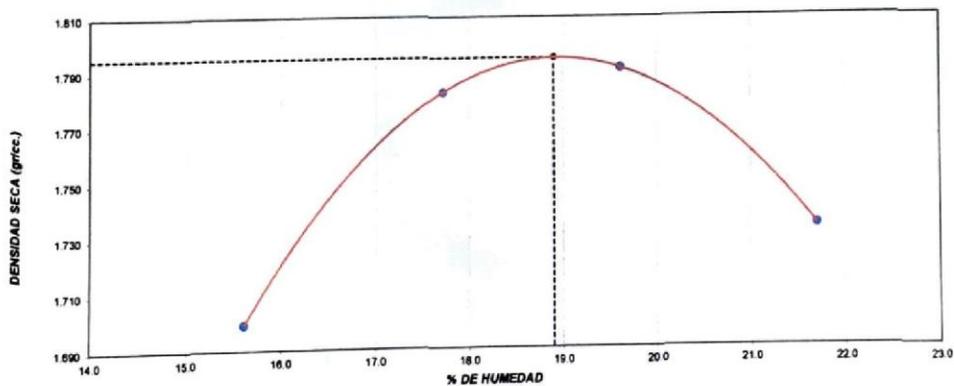
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6269	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.965	2.098	2.142	2.110
Contenido de agua	%	15.6	17.7	19.6	21.7
Densidad Seca	gr/cc	1.699	1.782	1.791	1.734

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.795	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Optimo:</b>	18.9	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- ---
- ---

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

**Proyecto** : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020. **Registro N°:** IGC20-LEM-313-06  
**Propietario** : Geysin Yuler Ruiz Lopez **Muestreado por** : J. Gutiérrez  
**Código del Proyecto** : — **Ensayado por** : R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto** : El Potao - Barranca **Fecha de Ensayo** : 19/10/2020  
**Material** : Terreno Natural + 1.5% Poliuretano **Turno** : Diurno

**Identificación** : — **Profundidad** : —  
**Procedencia** : C-1 **Norte** : —  
**N° de Muestra** : M-1 **Este** : —  
**Progresiva** : — **Cota** : —

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	9		10		11	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,749		12,532		12,313	
Peso molde (gr.)	8,247		8,165		8,159	
Peso suelo compactado (gr.)	4,502		4,367		4,154	
Volumen del molde (cm³)	2,132		2,128		2,121	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,112		2,052		1,959	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,776		1,729		1,651	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	9	10	11
Peso de tara (gr.)	0.0	0.0	0.0
Tara + suelo húmedo (gr.)	612.3	603.4	589.4
Tara + suelo seco (gr.)	514.9	508.3	496.9
Peso de agua (gr.)	97.4	95.1	92.5
Peso de suelo seco (gr.)	514.9	508.3	496.9
Humedad (%)	18.9	18.7	18.6

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
19-oct	11:00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
20-oct	11:00	24	5	0.13	0.11	5	0.13	0.11	12	0.30	0.26
21-oct	11:00	48	9	0.23	0.20	10	0.25	0.22	18	0.46	0.39
22-oct	11:00	72	13	0.33	0.28	15	0.38	0.33	25	0.64	0.55
23-oct	11:00	96	17	0.43	0.37	21	0.53	0.46	35	0.89	0.76

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 9				Molde N° 10				Molde N° 11			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		95	4.7			93	4.6			37	1.8		
0.050		200	9.9			174	8.6			97	4.8		
0.075		258	12.8			221	10.9			136	6.7		
0.100	70.307	305	15.1	14.9	21.2	263	13.0	13.0	18.5	159	7.9	7.8	11.1
0.150		367	18.2			319	15.8			184	9.1		
0.200	105.460	428	21.2	21.4	20.3	364	18.0	18.0	17.1	210	10.4	10.3	9.8
0.300		547	27.1			444	22.0			245	12.1		
0.400		620	30.7			505	25.0			294	14.6		
0.500		698	34.6			583	28.9			320	15.8		

- OBSERVACIONES:**
- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
  - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

Proyecto : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.  
 Propietario : Geysin Yuler Ruiz Lopez  
 Código del Proyecto : —  
 Ubicación de Proyecto : El Potao - Barranca  
 Material : Terreno Natural + 1.5% Poliuretano

Registro N°: IGC20-LEM-313-06

Muestreado por : J. Gutiérrez  
 Ensayado por : R. Leyva  
 Fecha de Ensayo: 19/10/2020  
 Turno: Diurno

Identificación : —  
 Procedencia : C-1  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : —

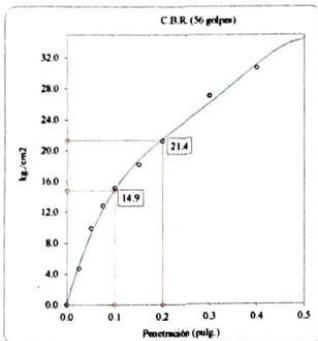
Profundidad: —  
 Norte: —  
 Este: —  
 Cota: —

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
 ASTM D1883

Datos de muestra

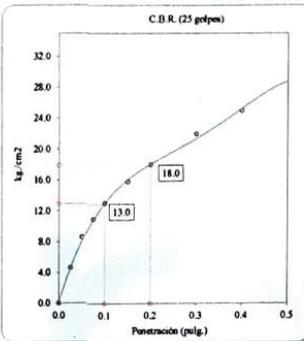
Máxima Densidad Seca : 1.795 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.705 gr/cm<sup>3</sup>

Optimo Contenido de Humedad : 18.9 %



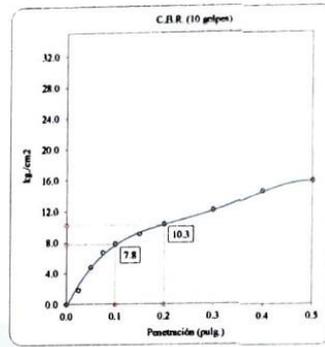
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

21.2 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES :

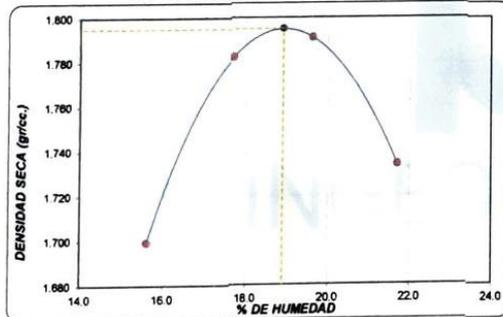
18.5 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES :

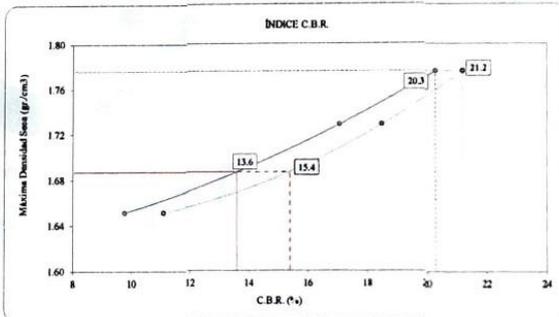
11.1 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 21.2 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 13.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA

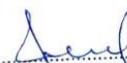


C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 20.3 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 15.4 %

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL SAC

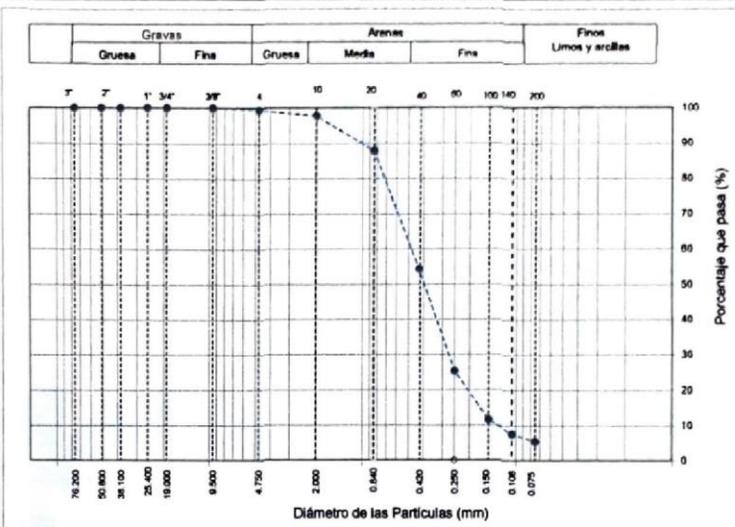
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-06-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020	Registro N°	IGC20-LEM-313-02
Solicitante	Geysin Yuler Ruiz Lopez	Muestreado por	Solicitante
Cliente	---	Ensayado por	R Leyva
Ubicación de Proyecto	El Potao - Barranca	Fecha de Ensayo	3/10/2020
Material	Terreno Natural	Turno	Diumo

Código de Muestra	---	Profundidad	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	C-2	Norte	---
N° de Muestra	---	Este	---
Progresiva	---	Cota	---

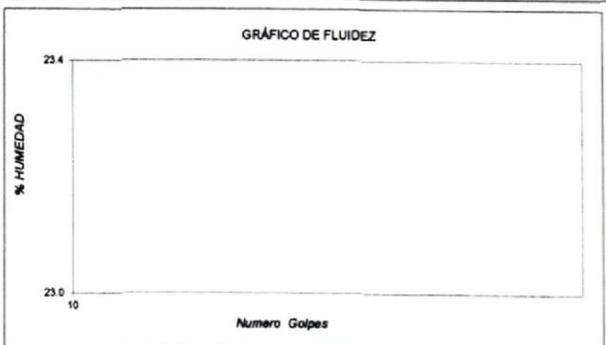
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC. GRAD "B"
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	99.4	
N° 10	2.000	97.8	
N° 20	0.840	87.9	
N° 40	0.425	54.4	
N° 60	0.250	25.5	
N° 100	0.150	11.6	
N° 140	0.106	7.5	
N° 200	0.075	5.4	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SP-SM - arena pobremente gradada con arena
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGEOCONTROL

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	94.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	5.4

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con limo

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez-Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-15
<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 3

Proyecto	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-313-04
Propietario	: Geysin Yuler Rulz Lopez	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: --	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: El Potao - Barranca	Fecha de Ensayo:	7/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diuño
Identificación	: --	Profundidad:	--
Procedencia	: C-2	Norte:	--
N° de Muestra	: M-1	Este:	--
Progresiva	: --	Cota:	--

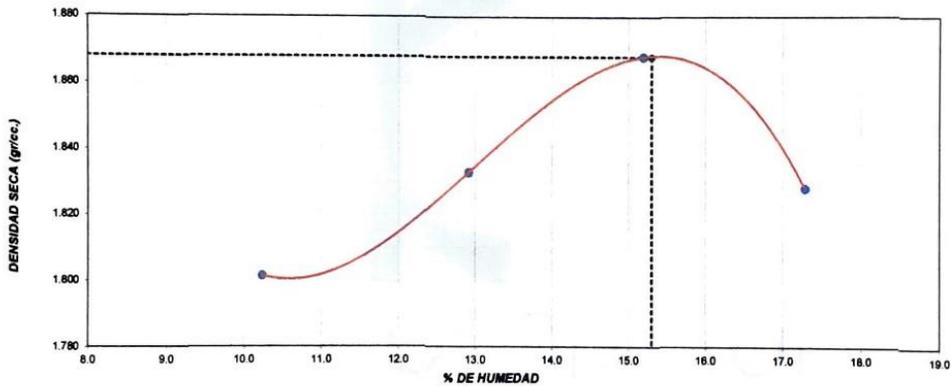
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6269	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.986	2.070	2.152	2.144
Contenido de agua	%	10.2	12.9	15.2	17.3
Densidad Seca	gr/cc	1.802	1.833	1.868	1.828

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.868</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>15.3 %</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

• --

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC

 <b>INGEOCONTROL</b> <small>INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

**Proyecto** : Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potalo, Barranca - 2020. **Registro N°:** IGC20-LEM-313-04  
**Propietario** : Geysin Yuler Ruiz Lopez **Muestreado por :** J. Gutiérrez  
**Código del Proyecto** : — **Ensayado por :** R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto** : El Potalo - Barranca **Fecha de Ensayo:** 11/10/2020  
**Material** : Terreno Natural **Turno:** Diurno

**Identificación** : — **Profundidad:** —  
**Procedencia** : C-2 **Norte:** —  
**N° de Muestra** : M-1 **Este:** —  
**Progresiva** : — **Cota:** —

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

<b>Moide N°</b>	5		3		10	
<b>Número de capas</b>	5		5		5	
<b>Número de golpes</b>	56		25		10	
<b>Condición de la muestra</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
<b>Peso suelo + molde (gr.)</b>	12.681		12.597		12.471	
<b>Peso molde (gr.)</b>	6.170		8.186		8.336	
<b>Peso suelo compactado (gr.)</b>	4.511		4.411		4.135	
<b>Volumen del molde (cm³)</b>	2.123		2.149		2.135	
<b>Densidad húmeda (gr./cm³)</b>	2.125		2.053		1.937	
<b>Densidad Seca (gr./cm³)</b>	1.846		1.774		1.681	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>Peso de tara (gr.)</b>	0.0	0.0	0.0
<b>Tara + suelo húmedo (gr.)</b>	531.4	509.4	497.6
<b>Tara + suelo seco (gr.)</b>	461.7	440.3	431.9
<b>Peso de agua (gr.)</b>	69.7	69.1	65.7
<b>Peso de suelo seco (gr.)</b>	461.7	440.3	431.9
<b>Humedad (%)</b>	15.1	15.7	15.2

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 5				Moide N° 3				Moide N° 10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		73	3.6			71	3.5			26	1.4		
0.050		153	7.6			133	6.6			74	3.7		
0.075		198	9.8			170	8.4			104	5.1		
0.100	70.307	235	11.6	11.7	16.6	202	10.0	10.0	14.2	123	6.1	6.1	8.7
0.150		281	13.9			243	12.0			149	7.4		
0.200	105.460	328	16.3	16.4	15.5	279	13.8	13.9	13.2	166	8.3	8.3	7.9
0.300		419	20.7			339	16.8			198	9.8		
0.400		474	23.5			388	19.2			226	11.2		
0.500		534	26.4			447	22.1			245	12.1		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

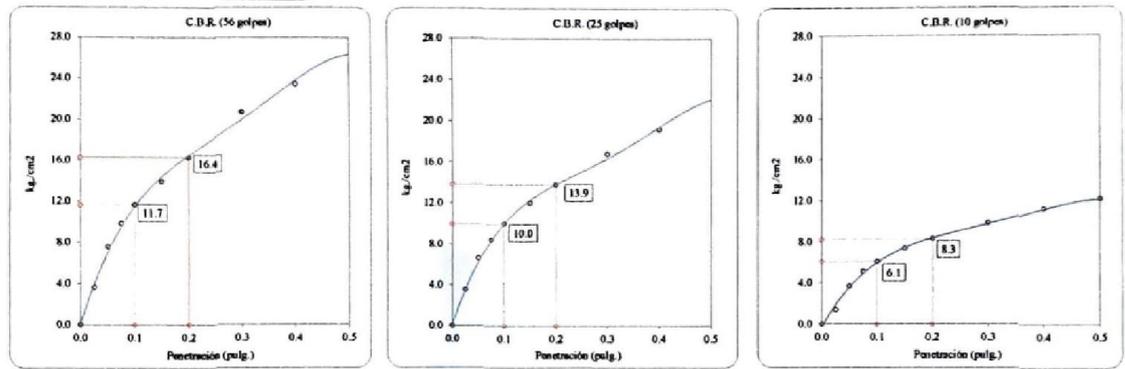
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez-Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

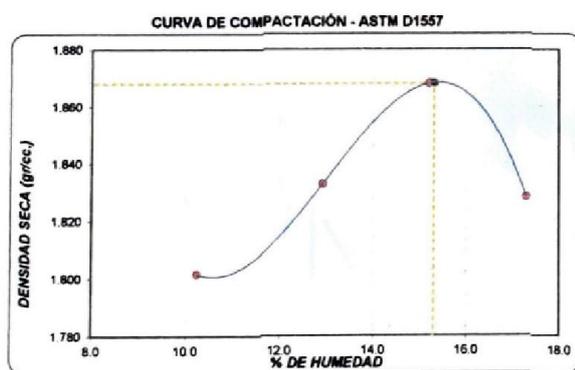
<b>Proyecto</b>	: Aplicación de resina de poliuretano para estabilización de la subrasante en el centro poblado El Potao, Barranca - 2020.	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC20-LEM-313-04</b>
<b>Propietario</b>	: Geysin Yuler Rulz Lopez	<b>Muestreado por :</b>	<b>J. Gutiérrez</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: ---	<b>Ensayado por :</b>	<b>R. Leyva</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: El Potao - Barranca	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>11/10/2020</b>
<b>Material</b>	: Terreno Natural	<b>Turno:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: ---	<b>Profundidad:</b>	<b>---</b>
<b>Procedencia</b>	: C-2	<b>Norte:</b>	<b>---</b>
<b>N° de Muestra</b>	: M-1	<b>Este:</b>	<b>---</b>
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Cota:</b>	<b>---</b>

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

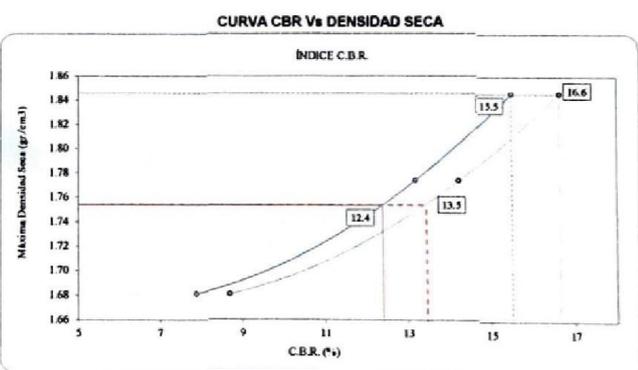
**Datos de muestra**  
Máxima Densidad Seca: 1.868 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad: 15.3 %  
Máxima Densidad Seca al 95%: 1.775 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 16.6 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 14.2 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES: 8.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 16.6 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 15.5 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 13.5 %

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL  
\* ---  
---

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>COC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

**ANEXO N° 05: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.**



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

**PERUTEST S.A.C.**

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA**

**RUC N° 20602182721**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LM - 051 - 2020**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>0317-2020</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. A LOTE, 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>1 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>B847537449</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-03-02</b>

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 051 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.7 °C	22.7 °C
Humedad Relativa	65%	65%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 5 kg - 10 kg - 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	M-0882-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0883-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0884-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 051 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

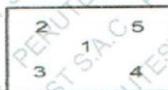
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	22.7 °C	22.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.2	0.3	
2	14,999	0.5	-1.0	29,999	0.5	-1.0	
3	14,999	0.6	-1.1	30,000	0.4	0.1	
4	14,999	0.8	-1.3	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.4	0.1	29,999	0.6	-1.1	
7	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
8	15,001	0.8	0.7	30,000	0.5	0.0	
9	14,999	0.7	-1.2	30,001	0.8	0.7	
10	15,000	0.4	0.1	30,000	0.8	-0.3	
Diferencia Máxima			2.0	Diferencia Máxima			1.8
Error Máximo Permisible			± 2.0	Error Máximo Permisible			± 3.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	22.7 °C	22.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0.7	-0.2	10,000	10,000	0.5	0.0	0.2
2		10	0.3	0.2		10,000	0.6	-0.1	-0.3
3		10	0.4	0.1		9,999	0.2	-0.7	-0.8
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
5		10	0.4	0.1		10,001	0.8	0.7	0.6
Error máximo permisible									± 2.0

\* Valor entre 0 y 10e





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

**PERUTEST S.A.C.**

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA**

**RUC N° 20602182721**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LM - 051 - 2020**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final
	22.8 °C	22.7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.5	0.0	0.3	500	0.6	-0.1	0.2	1.0
1,000	1,000	0.6	-0.1	0.2	1,000	0.8	-0.3	0.0	1.0
5,000	5,000	0.7	-0.2	0.1	5,000	0.4	0.1	0.4	2.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.6	-0.1	0.2	2.0
15,000	15,000	0.4	0.1	0.4	15,000	0.5	0.0	0.3	2.0
20,000	20,000	0.6	-0.1	0.2	20,000	0.2	0.3	0.6	3.0
25,000	25,000	0.5	0.0	0.3	25,000	0.5	0.0	0.3	3.0
30,000	30,000	0.7	-0.2	0.1	30,000	0.7	-0.2	0.1	3.0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U = 2 \times \sqrt{(0.6632222 \text{ g}^2 + 0.00000000120)}$$

**Lectura corregida**

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000118 \cdot R$$

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

**CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA**

**RUC N° 20602182721**

## INFORME DE VERIFICACIÓN

**PT - IV - 036 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0369-2020	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	MZA: A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)</b>	
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	PT-CC	
<b>Procedencia</b>	PERU	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Código de Identificación</b>	IV-036	
<b>Tipo de contador</b>	ANALÓGICO	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2020-06-17	

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-06-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 036 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

### 7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.  
Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRÓN DE LONGITUD	LLA - 102 - 2020
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0470-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

### 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.

(\*) Serie grabado en el instrumento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT -IV - 036 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

#### DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.41	149.49	125.53

#### HERRAMIENTA DE RANURADO

##### EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

#### DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01



Fin del Documento



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0386-2020

2. Solicitante INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

3. Dirección MZA. A LOTE: 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

4. Equipo HORNO

Alcance Máximo 300 °C

Marca PERUTEST

Modelo PT-H76

Número de Serie 0135

Procedencia PERÚ

Identificación NO INDICA

Ubicación NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-06-17

Fecha de Emisión

2020-06-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018, 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRÉS

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63%	63%

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1268-2019
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1695-2019

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Area de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.3
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

**CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA**

**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	13.5
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	13.7
Estabilidad Medida ( $\pm$ )	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	13.7

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

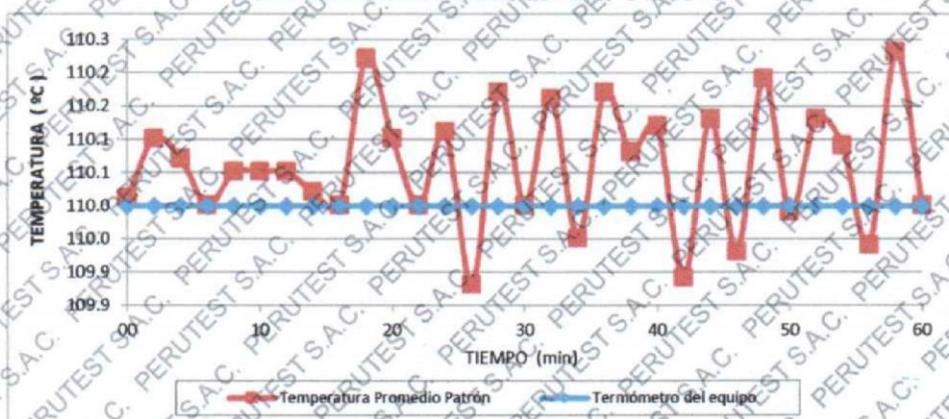
**CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA**  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

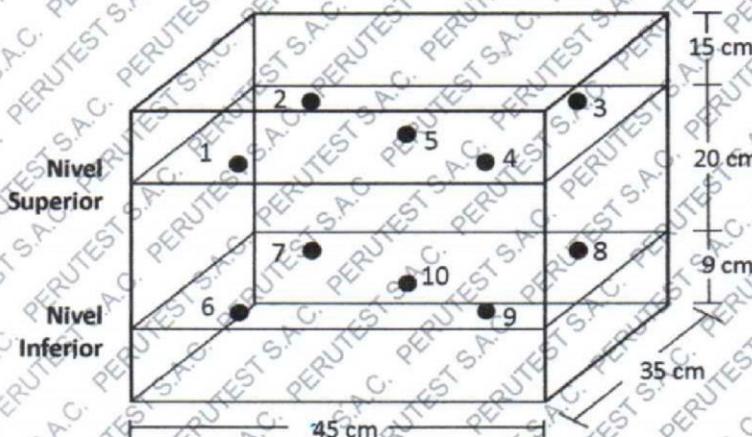
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0386-2020
2. Solicitante	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo	<b>PRENSA DE ENSAYO CBR</b>
Capacidad	5000 kgf
Marca	RUMISTONE
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERU
Identificación	202052-6
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X5
Número de Serie	215463
Resolución	1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2020-03-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-03-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe) Web: [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 % HR	72 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 092-19



### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.4	499.2	499.3	499.3
20	1000	1000.7	1000.6	1000.6	1000.6
30	1500	1500.3	1500.4	1500.7	1500.4
40	2000	2001.8	2002.3	2004.8	2003.1
50	2500	2500.0	2500.0	2500.4	2500.2
60	3000	2999.4	2999.5	2999.8	2999.6
70	3500	3499.5	3499.6	3499.7	3499.6
80	4000	3999.8	3999.9	3999.9	3999.9
90	4500	4499.9	4499.8	4500.1	4500.0
100	5000	4999.5	5000.0	5000.4	4999.9
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
500	0.13	0.04	-0.04	0.20	0.36
1000	-0.06	0.01	0.01	0.10	0.34
1500	-0.03	0.03	0.01	0.07	0.34
2000	-0.15	0.15	-0.05	0.05	0.35
2500	-0.01	0.02	-0.02	0.04	0.34
3000	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
3500	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
4000	0.00	0.00	0.00	0.03	0.34
4500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.34
5000	0.00	0.02	0.01	0.02	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.