



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para  
mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante,  
Circunvalación II, Juliaca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (ORCID: 0000-0002-7629-4442)

BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (ORCID: 0000-0002-1158-705X)

**ASESOR:**

DR. JOSÉ CLAUDIO GUEVARA BENDEZU (ORCID: 0000-0003-0087-0965)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Dedico de todo corazón mi tesis a mis padres David Juan Cornejo Chambi e Irene Pari Aquisé, por darme aliento constante y por apoyarme incondicionalmente en todo momento, sin ellos nada sería posible.

***Johon Cesar Cornejo Pari***

La presente tesis se la dedico a mi familia, gracias a sus consejos y palabras de aliento. A mis padres Benito Quispe Parillo y Rufina Ccolla de Quispe, mi madre que desde el cielo vela por mí, a mi pequeña hija Gianella Máyale por ser mi inspiración y a mi esposa maybe, Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos. A mi mamá Concha Alejandrina Peralta Gutiérrez por estar siempre presente, apoyándome y brindándome aliento.

***Edwin Quispe Ccolla***

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por guiarnos por el buen camino siempre, a nuestras familias por su apoyo constante y desinteresado. Así también, agradecemos a nuestro asesor de tesis Dr. José Claudio Guevara Bendezú por todos sus consejos y ayuda para realizar la presente tesis de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
INDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y Operacionalización .....	17
3.3. Población, muestra.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES .....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos de granulometría de la primera muestra natural	24
<b>Tabla 2.</b> Datos de granulometría de la segunda muestra natural	25
<b>Tabla 3.</b> Datos de granulometría de la tercera muestra de suelo natural	26
<b>Tabla 4.</b> Límites de consistencia de la muestra natural de suelo	26
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de suelos de la muestra natural	27
<b>Tabla 6.</b> Resultados límite líquido	27
<b>Tabla 7.</b> Resultados límite plástico	28
<b>Tabla 8.</b> Resultados de índice de plasticidad	28
<b>Tabla 9.</b> Resultados de densidad seca máxima	29
<b>Tabla 10.</b> Resultados de óptimo contenido de humedad	29
<b>Tabla 11.</b> Resultados de CBR	30
<b>Tabla 12.</b> Resultados límite líquido	31
<b>Tabla 13.</b> Resultados límite plástico	31
<b>Tabla 14.</b> Resultados de índice de plasticidad	31
<b>Tabla 15.</b> Resultados de densidad seca máxima	32
<b>Tabla 16.</b> Resultados de óptimo contenido de humedad	32
<b>Tabla 17.</b> Resultados de CBR	33
<b>Tabla 18.</b> Prueba de normalidad (índice de plasticidad)	34
<b>Tabla 19.</b> Prueba de ANOVA (índice de plasticidad)	35
<b>Tabla 20.</b> Comparación múltiple (índice de plasticidad)	35
<b>Tabla 21.</b> Prueba post-hoc de Tukey (índice de plasticidad)	36
<b>Tabla 22.</b> Prueba de normalidad (Densidad seca máxima)	37
<b>Tabla 23.</b> Prueba de ANOVA (densidad seca máxima)	37
<b>Tabla 24.</b> Comparación múltiple (densidad seca máxima)	38
<b>Tabla 25.</b> Prueba post-hoc de Tukey (densidad seca máxima)	39
<b>Tabla 26.</b> Prueba de normalidad (contenido de humedad óptimo)	40
<b>Tabla 27.</b> Prueba de ANOVA (contenido de humedad óptimo)	40
<b>Tabla 28.</b> Comparación múltiple (contenido de humedad óptimo)	41
<b>Tabla 29.</b> Prueba post-hoc de Tukey (contenido de humedad óptimo)	42
<b>Tabla 30.</b> Prueba de normalidad (CBR)	43
<b>Tabla 31.</b> Prueba de ANOVA (CBR)	43
<b>Tabla 32.</b> Comparación múltiple (CBR)	44



## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Caminos nos pavimentados .....	8
Figura 2. Deterioro de caminos afirmados .....	8
Figura 3. Arcillas.....	10
Figura 4. Estabilización de suelos .....	11
Figura 5. Estabilización mecánica. ....	12
Figura 6. Comparación de resultados de índice de plasticidad .....	28
Figura 7. Comparación de resultados de Proctor modificado.....	29
Figura 7. Comparación de resultados capacidad de soporte .....	30
Figura 8. Comparación de resultados de índice de plasticidad .....	31
Figura 9. Comparación de resultados Proctor modificado.....	32
Figura 10. Comparación de resultados de CBRs .....	33

## RESUMEN

La presente tesis “Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca”, objetivo general determinar la influencia de la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II. La metodología empleada es de tipo aplicativo, con nivel de investigación explicativo, diseño experimental y un enfoque cuantitativo, posee dos variables independientes (incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio) y dos variables dependientes (capacidades físicas y mecánicas del suelo de subrasante).

Resultados obtenidos, se obtuvo que el suelo de subrasante tiene un IP promedio de 13% y un CBR de 5.77% y que con la incorporación de 9% de óxido de calcio y 7% de cloruro de magnesio redujo el IP a 6.3% y 10.27%, el CBR incrementó a 104.57% y 11.27%.

Conclusión, la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio si influyen en la mejora de las capacidades físicas y mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, redujeron el índice de plasticidad e incrementaron la capacidad de soporte del suelo de subrasante. El cloruro de magnesio reduce el índice de plasticidad y el óxido de calcio incrementa la capacidad de soporte (CBR).

**Palabras Clave:** Óxido de calcio, cloruro de magnesio, capacidad física, capacidad mecánica, subrasante.

## ABSTRACT

The present thesis "Application of calcium oxide and magnesium chloride to improve physical mechanical capacities of the subgrade, Circunvalación II, Juliaca", general objective to determine the influence of the application of calcium oxide and magnesium chloride to improve mechanical physical capacities of the subgrade of Circunvalación II. The methodology used is of an applicative type, with an explanatory research level, experimental design and a quantitative approach, it has two independent variables (incorporation of calcium oxide and magnesium chloride) and two dependent variables (physical and mechanical capacities of the subgrade soil).

Results obtained, it was obtained that the subgrade soil has an average IP of 13% and a CBR of 5.77% and that with the incorporation of 9% calcium oxide and 7% magnesium chloride reduced the IP to 6.3% and 10.27 %, the CBR increased 104.57% and 11.27%.

Conclusion, the application of calcium oxide and magnesium chloride if they influence the improvement of the physical and mechanical capacities of the subgrade of the Avenida Circunvalación II, reduced the plasticity index and increased the bearing capacity of the subgrade soil. Magnesium chloride reduces the plasticity index and calcium oxide increases the bearing capacity (CBR).

**Keywords:** Calcium oxide, magnesium chloride, physical capacity, mechanical capacity, subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

En tiempos antiguos de nuestra sociedad, donde la piedra fue uno de los primeros materiales usados por sus características únicas, así mismo para la fabricación de otros materiales de construcción. A mediados del siglo XVIII se tiene un avance significativo sobre la cal, esto gracias a la investigación realizada por John Smeaton en Inglaterra, al ser responsable de la reconstrucción de un faro en Eddystone Rock. Donde se utilizó por primera vez la firme fue en Asia, en la construcción de las vías del imperio Hitita. Así mismo en los años 2300 – 1700 A.C. se utiliza como pavimento en la vía procesional que discurre desde las procesional, estas losas eran asentadas sobre capas de arcilla, piedra y yeso. La base del firme estaba conformada de varias hiladas de bloques de terracota los cuales estaban unidos por asfalto natural y como pavimento losas de piedra caliza achaflanadas en su parte inferior, selladas también con asfalto natural, incluso las juntas. En las vías griegas estas vías eran de carácter religioso, además estas calzadas poseían una característica única, el cual era el de disponer hendiduras de unos centímetros de profundidad en las losas de piedra los cuales servían de guía para la guía de las ruedas de los carros. El sistema de urbanización y de comunicaciones que se considera perfecto es al Imperio Romanos por sus detalles significativos y la funcionalidad que presentan sus vías. Los técnicos romanos realizaron vías con grandes alineaciones rectas, donde utilizaron estos firmes para diferentes funciones en relación a la categoría de la vía y de su funcionalidad. Entre las vías construidas puede considerarse tres tipos, así como vías urbanas, caminos de tierra y caminos con firme. A inicios de siglo XIX es cuando se inician a pavimentar calles utilizando alquitrán en riego y posteriormente se utilizaron mezclas fabricadas a partir de rocas asfálticas y asfaltos naturales (Rama, 2008, p. 38)

A nivel mundial actualmente contamos con vías que se encuentran con malas condiciones, esto principalmente en vías que tienen mayor tránsito, el cual origina inconvenientes en los usuarios, así mismo el deterioro de estas vías muestran diferentes patologías en el pavimento asfáltico, así como fisuras, piel de cocodrilo, hundimientos, ondulaciones, baches, abultamientos, parches, etc. Estos problemas mencionados se presentan con mucha frecuencia en todo latino América a

diferencia de Estados Unidos ya que utilizan diferentes diseños y metodologías en el pavimento, además cuentan con equipos y herramientas de gran tecnología, así mismo se realizan los registros de modo apropiado. (Garay y Morales, 2020, p. 1)

En la actualidad durante la ejecución de proyectos de ingeniería geotécnica, se puede encontrar que los suelos en las áreas previstas del proyecto no son ideales. Estos suelos pueden ser sueltos, expansivos, dispersivos, altamente compresibles o altamente permeables. Los suelos dispersos y expansivos se consideran problemáticos y estas propiedades del suelo causan serios problemas para muchas estructuras de ingeniería. Se cree que los suelos dispersivos son la causa de erosión interna en estructuras de tierra y expansiva así mismo la mala calidad de algunos suelos son la principal causa de problemas en las estructuras ligeras (Turkoz et al., 2015, p. 1).

En el Perú por la geofísica que posee se presentan una variedad de tipos de suelos de los cuales algunos son estables y otros arcillosos o limosos, al encontrar este tipo de irregularidades es necesario elevar su estabilidad. Así mismo en el manual de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018) se menciona que para realizar la estabilización de un suelo se tiene mejorar las principales propiedades físicas utilizando procesos mecánicos y/o adicionados productos o aditivos químicos que pueden ser de origen naturales o sintéticos, también nos dice que al estabilizar un suelo le estamos concediendo a este suelo una mejor resistencia mecánica y constancia en el tiempo de dichas propiedades (Vilchez, 2019, p. 1).

La región de Puno no es ajena a los problemas que presenta el pavimento, el cual generalmente se muestran durante la vida útil del mismo, debido principalmente al inadecuado mantenimiento que se realiza, así mismo estos problemas en sus suelos son causados por diversos factores, así como el agua pluvial, el clima, el tránsito excesivo. Y es por ellos que surge la necesidad de profundizar en el estudio de pavimentos sean esto flexibles o rígidos. (Paucar, 2019, p. 13)

La primera de las carreteras construidas se remonta al 4000 a. C. y constaba de calles pavimentadas de piedra o caminos de madera. Un pavimento de carretera es una estructura que consta de capas superpuestas de materiales procesados

sobre el subsuelo del suelo natural, cuya función principal es distribuir las cargas aplicadas del vehículo al subsuelo. La estructura del pavimento debe poder proporcionar una superficie de calidad de conducción aceptable, resistencia al deslizamiento adecuada, características favorables de reflexión de la luz y baja contaminación acústica. El objetivo final es garantizar que las tensiones transmitidas debido a la carga de la rueda se reduzcan lo suficiente, de modo que no excedan la capacidad de carga de la subrasante. Los caminos de los primeros tiempos dependían únicamente de piedra, grava y arena para la construcción y el agua se usaba como agente aglutinante para nivelar y dar un aspecto acabado a la superficie (Mohod y Kadam, 2016, p. 84).

En la ciudad de Juliaca también se presentan problemas en los pavimentos, ya que en sus calles hay mucho tránsito, por ello se afirma que en las diversas calles se logra visibilidad fallas superficiales en los pavimentos, las cuales requieren una evaluación de la vía y por ello surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para el tratamiento de estas fallas. Por lo expuesto anteriormente surge la formulación del Problema Principal: ¿Cómo influirá la aplicación del óxido de calcio y cloruro de magnesio en la subrasante de Circunvalación II, Juliaca?

### **Formulación del problema**

#### **Problema Principal:**

¿Cómo influirá la aplicación del óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca?

#### **Problemas Específicos:**

¿Cuáles son las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca?

¿Cómo influirá la aplicación del óxido de calcio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca?

¿Cómo influirá la aplicación del cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca?

## **Justificaciones del estudio**

### **Justificación técnica**

La presente investigación se justifica técnicamente en buscar nuevas formas de estabilizar los suelos aplicando el óxido de calcio y cloruro de magnesio, debido a que estos dos compuestos dentro de sus características presentan beneficios para los suelos ya que evitan que se tienda a perder los finos de la carretera, así como también evitan el congelamiento del terreno, es por ello que se pretende evaluar como influyen ambos compuestos dentro de las características físicas y mecánicas de la subrasante.

### **Justificación social**

este trabajo de investigación cuenta con una justificación social, puesto que resuelve problemas en las vías con presencia de arcilla y limos, en zonas con presencia de lluvias o húmedas, contribuyendo positivamente en el transporte donde se aproveche y utilice el óxido de calcio y cloruro de magnesio sobre la estabilización de subrasante.

### **Justificación económica**

Esta investigación tiene como objetivo dar alternativas para poder mejorar la optimización en las subrasantes donde los costos de su ejecución sean menos costosos, además reduzca el costo en el mantenimiento para el pavimento.

### **Justificación ambiental**

El presente estudio, pretende dar propuestas que sean sostenibles en los procesos de su desarrollo constructivo, además sugiere una metodología que este en relación a los precedentes ambientales sin que afecte al medio ambiente, donde se lograría la reducción del impacto a los recursos hídricos y la emisión de polvo.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar la influencia de la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

## **Objetivos Específicos**

Determinar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

Identificar de qué manera la aplicación del óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

Identificar de qué manera la aplicación del cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

La aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio influye en mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

### **Hipótesis Específicas**

Las capacidades físicas mecánicas determinan la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

La aplicación del óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

La aplicación del cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de Circunvalación II, Juliaca.

## II. MARCO TEÓRICO

Para conocer mejor el tema de investigación se tomó en cuenta las investigaciones en ámbitos internacional y nacional.

### **Internacionales**

Turkoz et al. (2015), en su investigación “The effect of magnesium chloride solution on the engineering properties of clay soil with expansive and dispersive characteristics”, que tiene el como objetivo estabilizar suelos arcillosos con características expansivas y dispersivas aplicando cloruro de magnesio, dicha investigación es de carácter básico – experimental, , Concluyendo que incrementando el  $MgCl_2$  el contenido de aditivos disminuyo el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad.

Según (Heitzer, 2017) en su tesis de (Pregrado), nombrado como “efectos de mezclas de cloruro en la humedad de caminos no pavimentados”, que tiene como objetivo estudiar el efecto y comportamiento que tienen distintas mezclas de sales y tipos de suelos, en la absorción, retención y pérdida de humedad, llegando a la conclusión de que los suelos tratados con bischofita presentaron un mayor contenido de humedad que los suelos con  $NaCl$  al final del periodo de acondicionamiento, y que el contenido de humedad es mayor mientras mayor sea la dosis de bischofita, mientras que las mezclas sin contenido de sales, poseen un capacidad considerablemente menor de absorción y retención de humedad.

Morales y Pailacura (2019) en su estudio con el título de “Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con Cloruro de Calcio” esta investigación tiene como objetivo de evaluar in situ el comportamiento de un camino al que se le aplica cloruro de calcio  $CaCl_2$  como agente estabilizador, comparando resultados con la bischofita que normalmente se aplica en la zona norte de Chile como agente estabilizador en caminos no pavimentados. La metodología empleada corresponde al tipo de investigación aplicada de diseño no experimental. Concluyendo que la estabilización con cloruro de calcio genera mejoras en las propiedades mecánicas del suelo. Una dosificación entre 1% y 1.5% entrega al suelo los mejores beneficios económicos y en sus propiedades resistentes.

## Nacionales

Bonifacio Vergara y Sánchez Bernilla (2015), Según su en su investigación (Pregrado) **denominado** “Estabilización química de carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque”, tiene por **objetivo** realizar un estudio comparativo técnico y económico para evaluar la estabilidad de carreteras no pavimentadas usando el cloruro de magnesio, cloruro de calco y cemento. **Concluyendo** que se obtuvieron resultados positivos con los porcentajes de 2% para realizar las estabilizaciones con cloruro de calcio y 4% para el cloruro de magnesio, además con una adición de un porcentaje de 8% -9% muestran resultados favorables.

Gutiérrez Montes (2010), Según su en su investigación (Pregrado) **denominado** “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de calcio”, tiene por **objetivo** determinar que el cloruro de magnesio es la opción que ofrece mayores ventajas técnicas, económicas y ambientales frente al cloruro de calcio y consecuentemente frente a los demás aditivos (sales) con los cuales suele compararse. **Concluyendo** que el cloruro de magnesio hexahidratado presenta una significativa desventaja frente al cloruro de calcio, además al tener una gran disposición del cloruro de calcio se puede utilizar como primera opción para realizar estabilizaciones y también habilitar caminos temporales.

(Chavarry Vallejos, Figueroa Merino y Reynaga Tejada, 2020), Según su artículo publicado, **denominado** “Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas”, tiene por **objetivo** determinar las mejoras de las propiedades mecánicas del suelo y la empleabilidad del cloruro de calcio ( $\text{NaCl}_2$ ) como mitigador de emisión de polvo en el Malecón Huaycoloro. **Concluyendo** que la adición del Cloruro de calcio como estabilizante incrementa el soporte del suelo en 64.52%, además se optimizo el diseño del pavimento con el cloruro de calcio, también se observó que cuanta con la propiedad que actúa como supresor de polvo y la aplicación correcta del cloruro de calcio la aplicación densa y compactada, esto otorga mayor efectividad para actuar como supresor de polvo.

## Teorías relacionadas al tema

### Caminos no pavimentados

Las vías que no se encuentran pavimentadas se deterioran con mayor facilidad que una vía ya pavimentada, esto ocurre debido a que las partículas finas al combinarse con el material grueso y estar expuestas al medio ambiente pierden humedad, incluyendo a eso la carga del tráfico vehicular que soportan, lo que ocasiona la pérdida de partículas finas o también llamada disgregación superficial, lo que ocasiona la aparición de fallas y fisuras (ver figura 1), quitando seguridad, confort y confiabilidad a los usuarios de la vía. (Chavarry Vallejos, Figueroa Merino y Reynaga Tejada, 2020, p. 46)



*Figura 1.* Caminos no pavimentados, Tomado de (Shtayat et al., 2020, p. 4).

Las vías que se encuentran a nivel de afirmado suelen deteriorarse de manera más acelerada producto del tráfico vehicular y las condiciones ambientales (ver figura 8), estas requieren una mayor conservación y mantenimiento para preservar la superficie de rodadura en buenas condiciones, esperando siempre usar la menor cantidad de gastos posibles. (Pradena, Mery y Novoa, 2010, p. 99)



*Figura 2.* Deterioro de caminos afirmados, tomado de (Gamage, Pasindu y Bandara, 2016, p. 8)

Las carreteras que no se encuentran pavimentadas son un importante medio que permite la comunicación entre zonas rurales y urbanas, con la finalidad de garantizar el tránsito de personas y vehículos.(García y Galvez, 2018, p. 1)

## **Suelos**

Se conceptualiza como un elemento compuesto de minerales y materia orgánica, líquidos y aire, que se puede hallar en la superficie terrestre, ocupa espacio y se caracteriza por lo siguiente: horizontes o estratos. Que se dan por resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y cambios de energía y materia, estas tienen la capacidad de soportar estructuras y cargas (Schoonover y Crim, 2015, p. 21).

### **Californian bearing ratio**

La prueba California Bearing Ratio (CBR) es un test evaluar las capas de subrasante de carreteras y pavimentos. Consiste en empujar un émbolo de 49,6 mm de diámetro en una masa de suelo, a una velocidad de 1,27 mm / min. La prueba en sí puede realizarse en cualquier tipo de material natural, no compactado. Pero la masa del suelo generalmente se compacta al nivel óptimo de Proctor estándar o modificado en un molde con un diámetro de 150 mm y una altura de 175 mm. Se colocan discos anulares para simular la carga de las capas del pavimento.(Magnan y Ndiaye, 2015, p. 51).

### **Límites de consistencia**

El límite líquido se define como el contenido de humedad en el que el suelo comienza a comportarse como un material líquido y comienza a fluir. Los diferentes suelos tienen límites de líquido variables. El límite de plástico se define como el contenido de humedad bajo del proyectado y se expresa como un porcentaje de la proyección del suelo secado al horno en el que el suelo se puede enrollar en los hilos de un octavo de pulgada de diámetro sin que el suelo se rompa en pedazos. Este es también el contenido de humedad de un sólido en el que un suelo cambia de un estado plástico a un estado semisólido.

## **Arcilla**

Las arcillas son materiales naturales repartidos en la superficie de la corteza terrestre y que, en ocasiones al ser mezclados con agua pueden formar masas

plásticas a partir de las cuales es factible fabricar productos. La mayoría de las arcillas se encuentran en sedimentos, aunque generalmente no se formen allí. Por tanto, se debe buscar su origen en los procesos externos de los suelos que provocan la alteración y reducción de una roca a sus componentes al entrar en contacto con la atmósfera, conocidos como procesos de meteorización. (García, Flórez y Medina, 2018, p. 2)

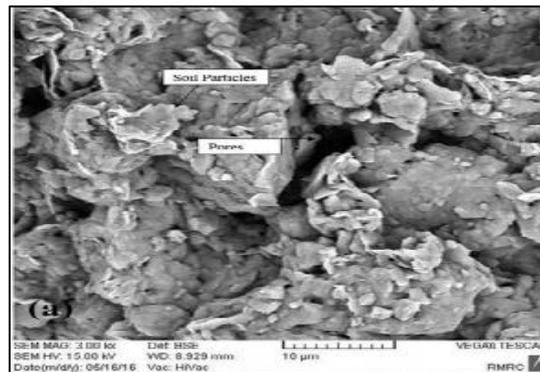


Figura 3. Arcillas. Tomado de (Estabragh, Ranjbari y Javadi, 2018, p. 41).

Los minerales de arcilla se desarrollan típicamente a través de un largo periodo de tiempo producto de la meteorización química de las rocas (usualmente silicatos) debido a bajas concentraciones de ácido carbónico y disolventes diluidos. Los disolventes generalmente son ácidos y se mueven a lo largo de la roca erosionada luego de lixiviarse por la parte superior erosionando las capas, a parte del proceso de meteorización, las arcillas suelen estar conformadas por actividad hidrotermal (Olufowobi et al., 2014, p. 544).

### **Estabilización de suelos**

La estabilización del suelo es el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de uno o varios suelos, lo cual permite crear un material que posea las propiedades de ingeniería esperadas, existen 3 fines por los cuales se hace una estabilización ( aumento de la resistencia al corte para incrementar la capacidad de soporte, lograr una mejor permeabilidad y aumentar la durabilidad del suelo al intemperismo y la carga del tráfico vehicular (Lim et al., 2014, p. 204).

Es una técnica de mejoramiento de las características del suelo mezclándolo con insumos químicos o haciendo una mixtura con otro suelo, la estabilización del suelo

es el proceso por el cual se mejoran los parámetros de capacidad de carga del suelo, la estabilización se requiere cuando el suelo disponible para el desarrollo de construcciones no se encuentra en condiciones aptas para soportar cargas estructurales, con los métodos de estabilización se busca disminuir la permeabilidad y la compresibilidad del suelo y para incrementar la resistencia al corte, con la finalidad de evitar los asentamientos de las estructuras (Afrin, 2017, p. 20).

Se entiende por estabilización de suelos a un conjunto de procesos físicos, mecánicos, químicos o mixtos que alteran las propiedades de los suelos, que son de interés en el ámbito de la ingeniería, consiguiendo un material apto para su uso, con esta técnica se busca mejorar la plasticidad, permeabilidad, conservación del volumen del material, compresibilidad y la conservación de las propiedades adquiridas. Esto se interpreta que no solo se trata de llegar a un suelo suficientemente resistente a la acción de las cargas y a las inclemencias climáticas, sino también asegurar la no pérdida de sus propiedades (Higuera, Gómez y Pardo, 2012, p. 23).



*Figura 4. Estabilización de suelos, Tomado de (Du et al., 2016, p. 5).*

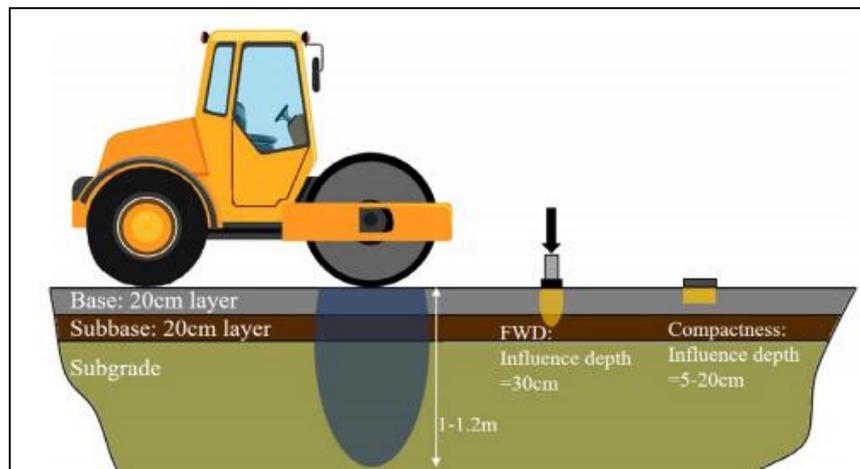
### **Estabilización química**

Esta estabilización entiende en emplear sustancias químicas para mejorar las propiedades de los suelos, disminuyendo su plasticidad e incrementando su

resistencia frente las cargas del tráfico y condiciones ambientales (Murty, Siva y Venkata, 2016, p. 569)

### **Estabilización mecánica**

Este método de estabilización de suelos se ejecuta mediante la compactación del suelo lo que ayuda a reducir su compresibilidad y la cantidad de espacios vacíos (ver figura 6), además de mejorar las propiedades del suelo como la capacidad de carga y la resistencia al corte (Higuera, Gómez y Pardo, 2012, p. 24).



*Figura 5. Estabilización mecánica. Tomado de (Zhu et al., 2018, p. 321)*

### **Estabilización física**

En este tipo de estabilización se pretende incrementar la fricción, cohesión y la impermeabilidad del suelo, esta se realiza mediante ajuste en la granulometría agregando material a la banda granulométrica del suelo. (Higuera, Gómez y Pardo, 2012, p. 24)

### **Estabilización físico-química**

Es usualmente utilizado en suelo que tienen mayor cantidad de finos plásticos, como limos y arcillas, donde se le agrega el insumo químico el cual genera un intercambio iónico y cementación, esta estabilización se realiza con el fin de incrementar la resistencia, permeabilidad, trabajabilidad y estabilidad volumétrica del suelo (Higuera, Gómez y Pardo, 2012, p. 24).

## **Subrasante**

Es la base de los componentes de la estructura del pavimento y también es parte del prisma de la vía, que se ubica entre el suelo de fundación y la estructura del prisma. La subrasante se encarga de soportar el peso de la estructura y la carga del tráfico vehicular, las características del suelo de subrasante deben ser aceptables y compactados por capas para evitar la pérdida de volumen. La capacidad de soporte es la característica más importante a tomar en cuenta para el diseño, durante la etapa de construcción los últimos 30 centímetros deben tener un nivel de compactación del 95% respecto a la máxima densidad seca. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 21)

## **Diseño de la estabilización**

Se refiere a la obtención del porcentaje óptimo del estabilizante y el espesor de la capa del pavimento, para ello no existe un procedimiento establecido, por esa razón se obtiene mediante ensayos de CBR, esto con el fin de estudiar y analizar el comportamiento mecánico del suelo aplicando estabilizadores (Orobio, 2011, p. 94).

## **Óxido de calcio**

Es derivada de la piedra caliza y se la denomina también cal viva, además se considera un estabilizante químico, donde en un corto plazo logra que el suelo reduzca su humedad de manera positiva, modificándola a un material desmenuzable el cual estaría óptimo para realizar una buena compactación, además en un mediano o largo plazo ha demostrado que incrementa la resistencia en las muestras que fueron estabilizadas por este material de acuerdo a su tiempo de curado y así mismo por la reducción significativa en el volumen causado por el agua (Amaya, Botero y Ovando, 2018, p. 22). Sus especificaciones químicas se pueden apreciar en la tabla 1.

**Tabla 1.** Especificaciones químicas del óxido de calcio

<b>Óxido de calcio (CaO)</b>	<b>%</b>
Óxido de calcio total, mínimo	95
Carbonato de calcio, máximo	10
Óxido de magnesio, máximo	1
Óxido de hierro o aluminio, máximo	1
Sílice, máximo	2
Humedad, máximo	2
Tamaño, porcentaje mínimo que atraviesa el tamiz #100	90

Nota. CaO: óxido de calcio. Tomado de Amaya, Botero y Ovando, 2018, p. 22.

De acuerdo a (Josué, 2018, p. 4) el inadecuado uso del óxido calcio, puede causar una influencia negativa en los suelos y flora presentes en ellos, por ejemplo producir sobre encalamiento que se refiere al uso de sobredosis de cal por encima de las establecidas luego de la evaluación de los suelos, se pudieron observar algunas deficiencias las cuales se describen a continuación:

- ) Deficiencia de manganeso, zinc, fósforo, boro y probablemente el potasio al producir un de este elemento con el calcio y el magnesio.
- ) Disminuye la productividad de los cultivos.
- ) Deteriora la estructura del suelo, ya que forma partículas más pequeñas, disminuyendo la infiltración ocasionando la erosión del suelo.

### **Cloruro de magnesio**

El cloruro de magnesio se ha utilizado en carreteras como un agente anticongelante en vías y no así como un estabilizante, también se puede utilizar para reducir la pérdida de finos y la dispersión de partículas gruesas de las superficie de las obras viales, durante los últimos años se está volviendo más común por sus potencial para incrementar las propiedades geotécnicas de suelos que no poseen buenas características, se conoce como bischofita al mineral de cloruro de magnesio natural y ecológicamente puro, que por sus características físicas y químicas es un potencial agente estabilizador en carreteras sin pavimentar, los estudios han demostrado que la incorporación de bischofita en capas granulares y la subrasante ayuda a la no aparición de grietas y fisuras (Hasmda et al., 2017, p. 2). Las

especificaciones químicas del cloruro de magnesio se pueden apreciar en la tabla 2.

Según (Goodrich, Koski y Jacobi, 2009, p. 186) cuando se usan proporciones por encima de los normales o recomendados los iones de MgCl se desplazan a las laderas de caminos rectos desde 3.0 a 6.1 metros y pueden alcanzar a las raíces de los árboles, si estas se encuentran al borde pueden alcanzar grandes concentraciones, de la misma manera las peores situaciones se presentan en los drenajes a los costados de las carreteras donde tanto como el magnesio y el cloro se pueden presentar hasta a 98 metros causando daños foliares a la vegetación.

**Tabla 2.** Especificaciones químicas del cloruro de magnesio

Nombre químico	Cloruro de Magnesio Hexahidratado	
Fórmula química	MgCl <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	
Elementos químicos	Cloro	29 – 32.8%
	Magnesio	10 - 12.8%
	Agua	50 - 55%
	Sodio	0.5% - 2.8%
	Sulfato	0.0 – 2.0%
	Potasio	0.3 – 3.8%
	Litio	0.2 – 1.1%
	Boro	0.1 – 0.5%
Otros nombres	Bischofita, sal de magnesio	

Nota. MgCl<sub>2</sub>6H<sub>2</sub>O: Cloruro de Magnesio Hexahidratado. Tomado de Hilario, 2015, p. 17.

El cloruro parece ser el ión responsable de la mayoría de los daños en los árboles al borde de las carreteras. Las concentraciones fitotóxicas para los árboles variaron según las especies, especialmente entre las especies de coníferas y caducifolias. El pino Lodgepole parece ser la conífera más sensible al MgCl<sub>2</sub>, mientras que el álamo temblón parece ser la más tolerante de todas las especies de estudio, pero debido a que las especies de estudio acumularon cloruro a concentraciones tan diversas, sus niveles de tolerancia al MgCl<sub>2</sub> no pueden compararse con precisión. Las concentraciones de cloruro de hoja, magnesio y boro se correlacionaron fuertemente con el daño de la copa y ningún agente de daño biótico conocido se correlacionó con los patrones espaciales de daño observados a lo largo de los bordes de las carreteras tratadas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

El tipo de investigación es el conjunto de métodos que se aplican para conocer un asunto o problema en profundidad y generar nuevos conocimientos en el área en la que se está aplicando (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 45)

La investigación es de tipo aplicada, ya que se emplearon teorías, métodos y procedimientos de manipulación de la variable independiente, resultando un proceso aplicado de conocimientos para obtener los resultados esperados según los objetivos.

##### Diseño de investigación

Según (Borja Suárez, 2016, p. 32) en las investigaciones científicas de tipo experimental se tiene que definir el procedimiento para demostrar la hipótesis, señalando el objeto a estudiar y con que se le manipulará. Con este concepto podemos deducir que la presente investigación es de diseño EXPERIMENTAL PURO, debido a que existirán varios grupos experimentales y un grupo de control, es decir, un grupo en el que no se adicionará óxido de calcio y cloruro de magnesio, así como también existirán varios grupos donde se adicionarán porcentajes de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

GE(I) : O<sub>1</sub> X<sub>1</sub> O<sub>2</sub>

GC(I) : O<sub>3</sub> X<sub>2</sub> O<sub>4</sub>

GE : Grupo experimental

GC : Grupo control

X<sub>1</sub> : Aplicación de variable independiente

X<sub>2</sub> : Placebo (tratamiento convencional)

O<sub>1</sub> O<sub>3</sub> : Pretest

O<sub>2</sub> O<sub>4</sub> : Posttest

## **Nivel de investigación**

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 47) los estudios explicativos – descriptivos van direccionados a responder las causas del porque sucede un fenómeno y en qué circunstancias se manifiesta. Con esta definición podemos afirmar que la presente investigación es de nivel DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO, ya que responderá como influye el óxido de calcio y cloruro de magnesio sobre la subrasante de la avenida circunvalación segunda etapa.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable independiente:** Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio

**Definición Conceptual:** El óxido de calcio y cloruro de magnesio son utilizados para la estabilización de vías, provienen tras la reacción del cloro con el hidrogeno; cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. (Briones, 2018, p. 12)

**Definición Operacional:** La aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio son de gran aporte sobre el campo de la ingeniera civil siendo un componente apto sobre la estabilización de suelos ya que estos ayuda a absorber la humedad que cuentan los suelos, esta dotara sus características de acuerdo a la cantidad que se emplee sobre el suelo.

**Dimensiones:** Dosificación

**Indicadores:** Cantidad de cloruro de magnesio, cantidad de óxido de calcio.

**Instrumento:** % de incorporación.

**Escala de Medición:** Razón.

**Variable dependiente:** Mejorar la subrasante

**Definición Conceptual:** Se entiende por mejoramiento de la subrasante a una serie de procesos mecánicos, físicos, físico-químicos y químicos que transforman las propiedades de los suelos que interesan en las aplicaciones de la ingeniería, obteniendo un material apto para su utilización, que busca mejorar las propiedades tales como: resistencia, durabilidad, plasticidad, permeabilidad, estabilidad

volumétrica, compresibilidad, trabajabilidad y permanencia de las propiedades adquiridas (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 21)

**Definición Operacional:** El mejoramiento de la subrasante se deriva en la aplicación de elementos o compuestos ajenos a los áridos, los cuales sirven para mejorar las capacidades físico mecánicas de la subrasante siendo estas la (Granulometría, límites de Atterberg, humedad, capacidad de soporte CBR).

**Dimensiones:** Características físicas y características mecánicas.

**Indicadores:** Granulometría, límites de consistencia, humedad, Proctor, CBR.

**Instrumento:** Ensayos de laboratorio

**Escala de Medición:** Razón.

### **3.3. Población, muestra**

#### **Población**

Según (Tamayo, 2002, p. 114), define este punto como la muestra la cual será evaluada en el ámbito del desarrollo del proyecto.

En la presente investigación la población quedo constituida por todos los elementos que conforman la zona de estudio de la ciudad de Juliaca.

#### **Criterios de inclusión**

Según (Vara, 2012, p. 55) el criterio de inclusión, es la delimitación de la población, considerando todos sus aspectos, propiedades y características de la población en estudio.

Para la elaboración de la presente investigación se consideraron netamente las zonas de estudio de la ciudad de Juliaca.

#### **Criterios de exclusión**

Según (Vara, 2012, p. 55) el criterio de exclusión, es la delimitación de la población, excluyendo aspectos, propiedades y características de la población en estudio que no se estudiaron.

Para la presente investigación no se consideraron vías o calles que contemplen carpetas asfálticas o rígidas.

### **Muestra**

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 32), la muestra es donde se delimita un área de investigación, esta se considera como representativa de la misma.

La muestra que se empleó para la investigación está constituida por la avenida circunvalación segunda etapa, la cual será sometida a los siguientes ensayos de laboratorio.

**Tabla 3.** *Muestra convencional*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Granulometría	1	1	1
2	Límites de atterberg	1	1	1
3	Proctor modificado	1	1	1
4	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 4.** *Muestra convencional + 5% Oxido de calcio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Límites de atterberg	1	1	1
2	Proctor modificado	1	1	1
3	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 5.** *Muestra convencional + 7% Oxido calcio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Límites de atterberg	1	1	1
2	Proctor modificado	1	1	1
3	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 6.** *Muestra convencional + 9% Oxido de calcio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Límites de atterberg	1	1	1
2	Proctor modificado	1	1	1
3	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 7.** *Muestra convencional + 5% Cloruro de magnesio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Límites de atterberg	1	1	1
2	Proctor modificado	1	1	1
3	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 8.** *Muestra convencional + 7% Cloruro de magnesio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
1	Límites de atterberg	1	1	1
2	Proctor modificado	1	1	1
3	California Bearing Ratio	1	1	1

**Tabla 9.** *Muestra convencional + 9% Cloruro de magnesio*

Ítem	Ensayos	Calicata		
		C1	C2	C3
2	Límites de atterberg	1	1	1
3	Proctor modificado	1	1	1
4	California Bearing Ratio	1	1	1

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

#### Técnicas de recolección de datos

Las técnicas usadas para la recopilación de datos son de suma importancia, debido a que la información recopilada será usada y dará explicaciones, estas pueden estar determinadas por la metodología y el enfoque al que está dirigida la investigación, en resumen, las técnicas e instrumentos sirven al investigador para la recaudación de datos que posteriormente serán analizadas, evaluadas y comparadas. (Paradis et al., 2016, p. 263)

Las técnicas que se aplicaron en la investigación son observación de procesos, obtención de materiales a incorporar, realización de calicatas, extracción de muestras, ensayos de laboratorio, análisis de resultados e interpretación de resultados, todos de suma importancia para realizar la presente investigación.

### **Instrumentos de recolección datos**

Se define esto como una serie de medios que ayudan al investigador ya sea de forma física o virtual con la cual se pueda proceder a la toma de datos (Hagan, 2014, p. 432).

Los instrumentos que se emplearon en la presente investigación son cotización de materiales, herramientas de apertura de calicatas, formatos de campo, software de análisis e interpretación de resultados.

### **Validez y confiabilidad**

#### **Validez**

De la misma manera (Santos, 2017, p. 9) indica que la validez es un procedimiento por medio del cual el investigador que realiza formularios o formatos recibe prueba para sustentar sus inferencias. Este proceso de validación necesita un análisis experimental dirigido a recolectar los datos.

### **3.5. Procedimientos**

En primer lugar, se visitó la zona de estudio que se encuentra en la abscisa Km 00+500 de la avenida Circunvalación II de la ciudad de Juliaca, en el cual se ejecutó una calicata de donde se extrajo la muestra para el desarrollo de los ensayos geotécnicos.

Posterior a eso se consiguieron los estabilizantes químicos (óxido de calcio y cloruro de magnesio) para posteriormente ser transportados junto al suelo hacia el laboratorio de mecánica de suelos

Se halló un laboratorio de mecánica de suelos que posea con los certificados de calibración de los equipos necesarios para realizar los ensayos geotécnicos, donde se desarrollaron los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, Proctor modificado y el test de CBR (Californian Bearing Ratio).

Luego de poseer los resultados de los ensayos de materiales se procedió a analizar los resultados, compararlos y contrastarlos con una prueba estadística (ANOVA) con el software estadístico SPSS 26.

### **Trabajo de campo**

En este punto se procedió a describir los procesos necesarios para efectuar la presente investigación.

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

En la investigación se usó el método inductivo toda vez que el estudio realizado se arriba a concretar nuestras conclusiones, luego se realizó la deducción de las conclusiones a partir de la teoría registrada anteriormente, que se realizó de manera sintética ya que la teoría establecida en esta investigación es de mucha ayuda en el desarrollo y aplicación de la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto de investigación está realizado de acuerdo con los principios establecidos en el “Código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo”, con Resolución N.º 0126-2017/UCV de 23 de mayo de 2017, por lo cual se tuvo en cuenta en todo el procedimiento de la elaboración de la tesis, cumplimiento así con los aspectos mencionados en el Artículo 1, ya que se cumple con los estándares máximos de rigor científico, responsabilidad y honestidad.

La presente investigación está basada principalmente en el desarrollo de múltiples aspectos éticos, ya establecidos en la Norma mencionada para lo cual la obtención de información fue recabada de fuentes confiables, las cuales no se modificaron ni alteraron, así mismo se realizó el citado adecuadamente de los libros, normas, tesis, artículos científicos, etc. La autoría de estos fue respetada.

Con lo expuesto se acredita que:

- ) Se respetó la autoría de los autores de los libros, tesis y artículos científicos, cumpliendo con lo establecido en las normas ISO-690.

) Los ensayos necesarios para la elaboración de la presente investigación fueron realizados en un laboratorio que contaba con la acreditación de sus equipos, dando validez a los resultados obtenidos.

## IV. RESULTADOS

Durante el desarrollo de este capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio requeridos para el cumplimiento de los objetivos, las muestras se recolectaron de la Avenida Circunvalación II, para realizar la clasificación de los suelos (granulometría, límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad), Proctor modificado y la capacidad de soporte (Californian Bearing Ratio).

### Muestra natural de suelo

#### Granulometría

A continuación, se detallan las propiedades físicas de las muestras que se extrajeron 3 muestras de una calicata ubicada en la avenida Circunvalación II.

En la tabla 1 se pueden apreciar la distribución de los tamaños de las partículas (Calicata 1) en cada uno de los tamices, las partículas de los tamices van desde 4.750 mm hasta menores de 0.075 mm.

**Tabla 10.** Datos de granulometría de la primera muestra natural

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3 ½"	80.89	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	<b>0.80</b>	0.20	0.20	99.80
Nº 16	1.190	<b>1.50</b>	0.30	0.50	99.50
Nº 20	0.840	<b>1.30</b>	0.20	0.70	99.30
Nº 40	0.425	<b>14.20</b>	2.70	3.40	96.60
Nº 50	0.300	<b>17.20</b>	3.20	6.60	93.40
Nº 100	0.150	<b>77.50</b>	14.60	21.20	78.80
Nº 200	0.075	<b>36.20</b>	6.80	28.00	72.00
< Nº 200	FONDO	<b>381.70</b>	72.00	100.00	0.00

Según los datos obtenidos y mostrados en la tabla 1 se puede afirmar que la cantidad que pasa el tamiz #200 representa el 72.00% de la cantidad de suelo, por esta razón se considera que se trata de un suelo fino, además de eso la muestra posee arena en un 28.00% y grava en un 0.00%.

En la tabla 2 se pueden apreciar la distribución de los tamaños de las partículas (Calicata 2) en cada uno de los tamices, las partículas de los tamices van desde 4.750 mm hasta menores de 0.075 mm.

**Tabla 11. Datos de granulometría de la segunda muestra natural**

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3 ½"	80.89	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	<b>0.90</b>	0.20	0.20	99.80
Nº 16	1.190	<b>1.60</b>	0.30	0.50	99.50
Nº 20	0.840	<b>1.40</b>	0.30	0.80	99.20
Nº 40	0.425	<b>13.50</b>	2.60	3.40	96.60
Nº 50	0.300	<b>18.20</b>	3.50	6.90	93.10
Nº 100	0.150	<b>76.20</b>	14.60	21.50	78.50
Nº 200	0.075	<b>41.20</b>	7.90	29.40	70.60
< Nº 200	FONDO	<b>368.0</b>	70.6	100.00	0.00

Según los datos obtenidos y mostrados en la tabla 2 se puede afirmar que la cantidad que pasa el tamiz #200 representa el 70.60% de la cantidad de suelo, por esta razón se considera que se trata de un suelo fino, además de eso la muestra posee arena en un 29.40% y grava en un 0.00%.

En la tabla 3 se pueden apreciar la distribución de los tamaños de las partículas (Km 00+200) en cada uno de los tamices, las partículas retenidas en los tamices de los tamices van desde 4.750 mm hasta menores de 0.075 mm.

**Tabla 12.** Datos de granulometría de la tercera muestra de suelo natural

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3 ½"	80.89	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	<b>0.00</b>	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	<b>1.00</b>	0.20	0.20	99.80
Nº 16	1.190	<b>1.60</b>	0.30	0.50	99.50
Nº 20	0.840	<b>1.20</b>	0.20	0.70	99.30
Nº 40	0.425	<b>12.90</b>	2.40	3.10	96.60
Nº 50	0.300	<b>19.50</b>	3.60	6.70	93.30
Nº 100	0.150	<b>74.60</b>	13.70	20.30	79.70
Nº 200	0.075	<b>39.10</b>	7.20	27.50	72.50
< Nº 200	FONDO	<b>395.70</b>	72.50	100.00	0.00

Según los datos obtenidos y mostrados en la tabla 3 se puede afirmar que la cantidad que pasa el tamiz #200 representa el 72.50% de la cantidad de suelo, por esta razón se considera que se trata de un suelo fino, además de eso la muestra posee arena en un 27.50% y grava en un 0.00%.

### Límites de consistencia

Las muestras que se analizaron poseyeron valores altos de índice de plasticidad, por lo que se puede deducir que se trataría de un suelo con presencia de arcillas, en la tabla 4 se resumen los ensayos de Atterberg los cuales fueron muy importantes para la clasificación de los suelos.

**Tabla 13.** Límites de consistencia de la muestra natural de suelo

Descripción	Muestra natural de suelo			
	M-1	M-2	M-3	Promedio
Límite líquido	31.80	30.70	32.10	31.333
Límite plástico	18.30	18.00	19.30	18.533
Índice de plasticidad	13.60	12.60	12.8	13.000

Con todos los datos precedentes se realizó la clasificación de suelos de la muestra natural de suelo de cada una de las calicatas estudiadas. Los datos se detallan en la tabla 5.

**Tabla 14.** *Clasificación de suelos de la muestra natural*

CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
	M-1	M-2	M-3
<b>SUCS</b>	CL	CL	CL
<b>AASHTO</b>	A-6 (9)	A-6 (9)	A-6 (9)
<b>% de grava</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>% de arena</b>	28.00%	29.40%	27.50%
<b>% pasa N° 200</b>	72.00%	70.60%	72.50%
<b>LL</b>	31.80%	30.70%	32.10%
<b>LP</b>	18.30%	18.00%	19.30%
<b>IP</b>	13.60%	12.60%	12.80%

De la tabla anterior se deduce que el suelo predominante en la calicata es una CL (arcilla de baja plasticidad).

### **Capacidades físicas y mecánicas del suelo con la incorporación de óxido de calcio**

#### **Límites de consistencia**

Los resultados de límite de consistencia tanto como el límite líquido, plástico y el índice de plasticidad se detallan en la tabla 6 (límite líquido), 7 (límite plástico) y 8 (índice de plasticidad).

**Tabla 15.** *Resultados límite líquido*

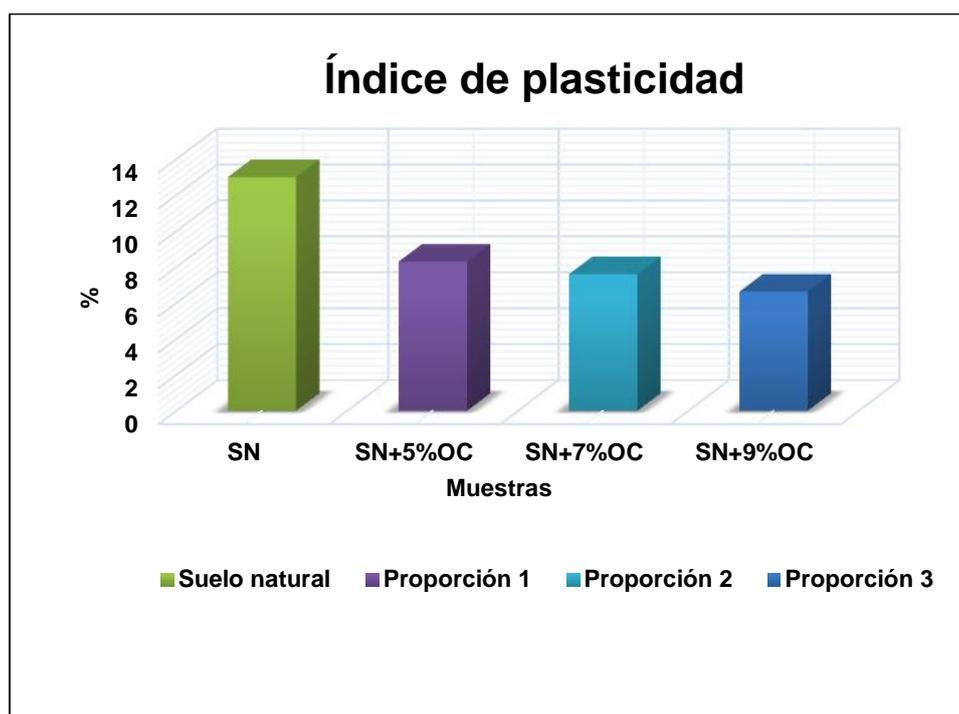
Límite líquido (%)	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN+7% OC	SN+9% OC
Muestra 1	31.80	36.8	38.0	40.3
Muestra 2	30.70	37.1	38.1	40.7
Muestra 3	32.10	37.0	37.8	41.0
<b>Promedio</b>	<b>31.33</b>	<b>36.97</b>	<b>37.97</b>	<b>40.67</b>

**Tabla 16. Resultados límite plástico**

Límite Plástico	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN+7% OC	SN+9% OC
Muestra 1	18.30	28.8	30.4	33.9
Muestra 2	18.00	28.8	30.4	34.1
Muestra 3	19.30	28.4	30.3	34.2
<b>Promedio</b>	<b>18.53</b>	<b>28.67</b>	<b>30.37</b>	<b>34.07</b>

**Tabla 17. Resultados de índice de plasticidad**

Índice de plasticidad	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN+7% OC	SN+9% OC
Muestra 1	13.60	8.0	7.6	6.5
Muestra 2	12.60	8.3	7.7	6.6
Muestra 3	12.80	8.6	7.5	6.8
<b>Promedio</b>	<b>13.00</b>	<b>8.3</b>	<b>7.6</b>	<b>6.63</b>



*Figura 6. Comparación de resultados de índice de plasticidad*

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 8, se puede afirmar que la incorporación de 9% de óxido de calcio es la que resalta más debido a que redujo el índice de plasticidad en un 49.00%. Quedando demostrado que la aplicación de óxido de calcio ayuda a reducir el índice de plasticidad de los suelos.

## Densidad Seca Máxima

Los resultados del Proctor modificado (Densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad) se detallan en la tabla 9 y 10.

**Tabla 18.** Resultados de densidad seca máxima

Densidad seca máxima	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN+7% OC	SN+9% OC
Muestra 1	1.705	1.698	1.687	1.670
Muestra 2	1.698	1.696	1.684	1.667
Muestra 3	1.710	1.694	1.685	1.664
<b>Promedio</b>	<b>1.704</b>	<b>1.696</b>	<b>1.685</b>	<b>1.667</b>

**Tabla 19.** Resultados de óptimo contenido de humedad

Óptimo contenido de humedad	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN+7% OC	SN+9% OC
Muestra 1 (%)	19.0	20.2	20.5	20.8
Muestra 2 (%)	19.3	19.9	20.6	21.0
Muestra 3 (%)	18.8	20.1	20.5	21.3
<b>Promedio</b>	<b>19.03</b>	<b>20.07</b>	<b>20.53</b>	<b>21.03</b>

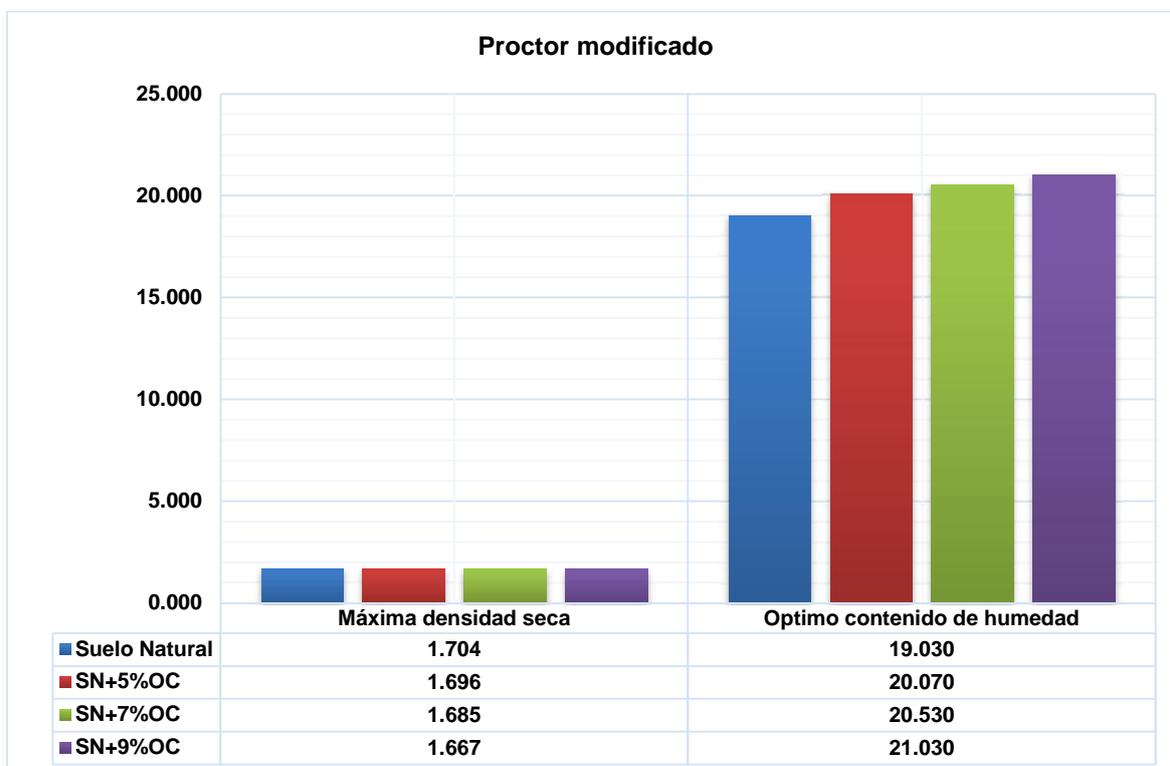


Figura 7. Comparación de resultados de Proctor modificado

## Capacidad de soporte (Californian Bearing Ratio)

Los resultados obtenidos de capacidad de soporte con la incorporación de 5%, 7% y 9% de óxido de calcio.

**Tabla 20.** Resultados de CBR

CBR (%)	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% OC	SN 7% OC	SN+9% OC
Muestra 1	5.8	101.0	103.8	105.0
Muestra 2	5.5	102.4	103.4	104.5
Muestra 3	6.0	101.9	103.6	104.2
<b>Promedio</b>	<b>5.77</b>	<b>101.77</b>	<b>103.6</b>	<b>104.57</b>

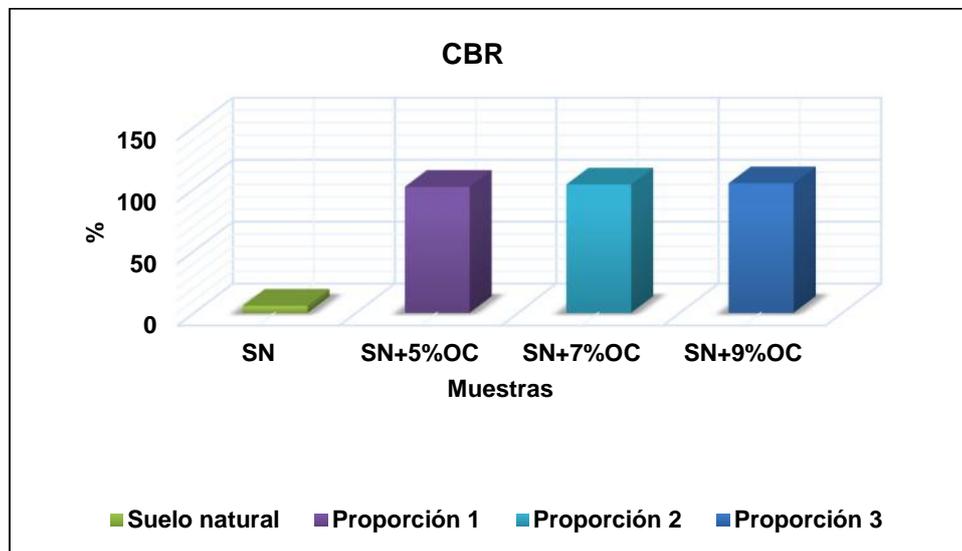


Figura 8. Comparación de resultados capacidad de soporte

## Capacidades físicas y mecánicas del suelo con la incorporación de cloruro de magnesio

### Límites de consistencia

Los resultados de límite de consistencia tanto como el límite líquido, plástico y el índice de plasticidad se detallan en la tabla 12 (límite líquido), 13 (límite plástico) y 14 (índice de plasticidad).

**Tabla 21. Resultados límite líquido**

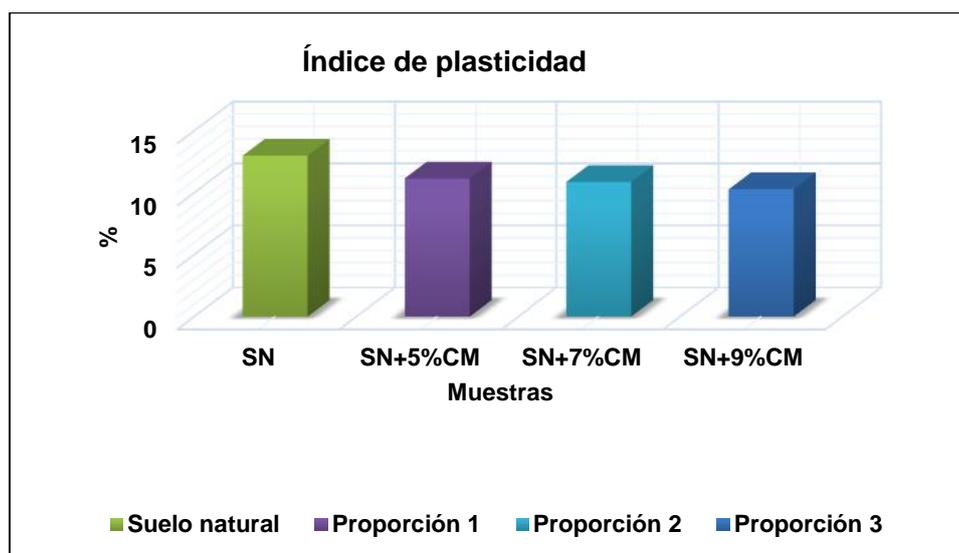
Límite líquido	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN+7% CM	SN+9% CM
Muestra 1	31.80	29.0	27.8	26.1
Muestra 2	30.70	28.7	27.5	26.0
Muestra 3	32.10	28.5	27.5	26.2
<b>Promedio</b>	<b>31.33</b>	<b>29.03</b>	<b>27.6</b>	<b>26.1</b>

**Tabla 22. Resultados límite plástico**

Límite plástico	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN+7% CM	SN+9% CM
Muestra 1	18.30	17.7	16.8	15.9
Muestra 2	18.00	17.6	16.7	15.9
Muestra 3	19.30	17.5	16.7	15.9
<b>Promedio</b>	<b>18.53</b>	<b>17.6</b>	<b>16.73</b>	<b>15.9</b>

**Tabla 23. Resultados de índice de plasticidad**

Índice de plasticidad	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN+7% CM	SN+9% CM
Muestra 1	13.60	11.3	11.0	10.3
Muestra 2	12.60	11.2	10.8	10.1
Muestra 3	12.80	11.0	10.8	10.4
<b>Promedio</b>	<b>13.00</b>	<b>11.17</b>	<b>10.87</b>	<b>10.27</b>



*Figura 9. Comparación de resultados de índice de plasticidad*

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 14, se puede afirmar que la incorporación de 9% de cloruro de magnesio es la que resalta más debido a que redujo el índice de plasticidad en un 21.00%. Quedando demostrado que la aplicación de cloruro de magnesio ayuda a reducir la plasticidad de los suelos.

### Densidad Seca Máxima

Los resultados del Proctor modificado (Densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad) se detallan en la tabla 15 y 16.

**Tabla 24.** Resultados de densidad seca máxima

ID	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN+7% CM	SN+9% CM
Muestra 1	1.705	1.809	1.824	1.835
Muestra 2	1.698	1.812	1.826	1.839
Muestra 3	1.710	1.810	1.821	1.831
<b>Promedio</b>	<b>1.704</b>	<b>1.810</b>	<b>1.824</b>	<b>1.835</b>

**Tabla 25.** Resultados de óptimo contenido de humedad

ID	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN+7% CM	SN+9% CM
Muestra 1	19.0	14.8	14.0	13.2
Muestra 2	19.3	14.7	13.9	13.1
Muestra 3	18.8	14.7	14.2	13.4
<b>Promedio</b>	<b>19.03</b>	<b>14.73</b>	<b>14.03</b>	<b>13.23</b>

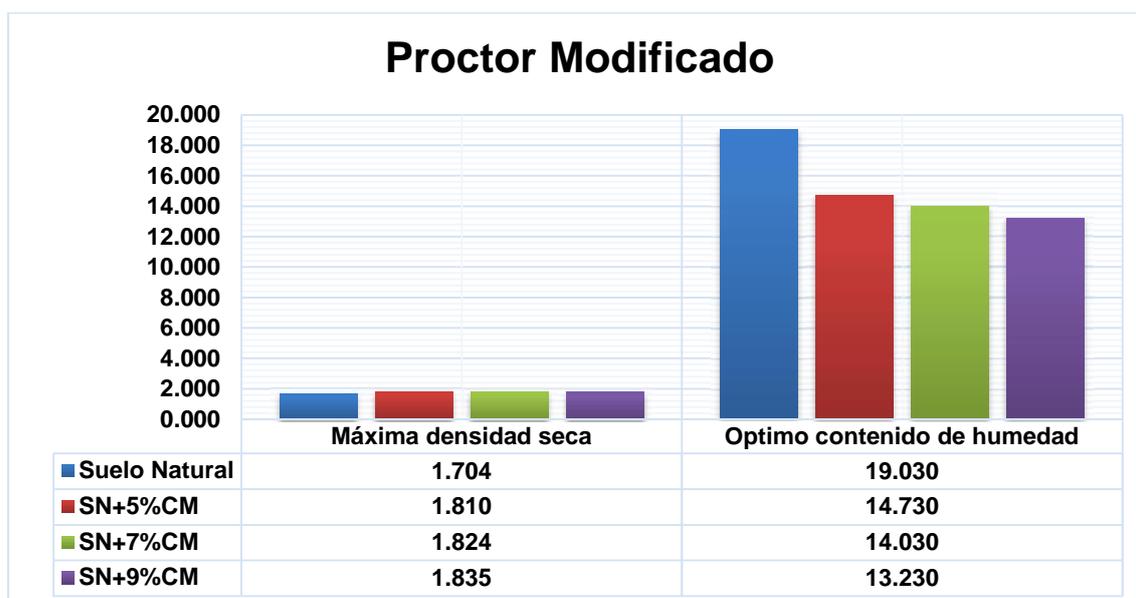


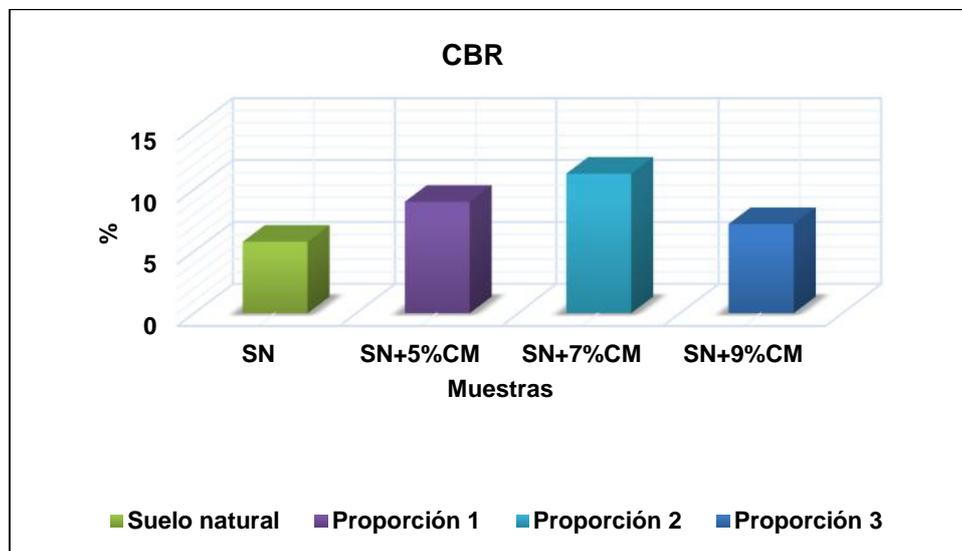
Figura 10. Comparación de resultados Proctor modificado

## Capacidad de soporte (Californian Bearing Ratio)

Los resultados obtenidos de capacidad de soporte con la incorporación de 5%, 7% y 9% de cloruro de magnesio.

**Tabla 26.** Resultados de CBR

CBR	Suelo Natural	Proporciones		
		SN+5% CM	SN 7% CM	SN+9% CM
Muestra 1 (%)	5.8	8.8	11.2	7.1
Muestra 2 (%)	5.5	9.2	11.7	7.5
Muestra 3 (%)	6.0	9.0	10.9	7.0
<b>Promedio</b>	<b>5.77</b>	<b>9.0</b>	<b>11.27</b>	<b>7.2</b>



*Figura 11.* Comparación de resultados de CBRs

## Prueba estadística

Para el desarrollo del análisis estadístico es recomendado algunos criterios para escoger la prueba estadística los cuales se detallan a continuación: La normalidad de los datos (test de normalidad), variable numérica (cuantitativa), el cual se procede a desarrollar.

## Planteamiento de Hipótesis

Los reportes del SPSS se contemplan dentro de los anexos.

**H<sub>0</sub>:** No existe variación estadística entre las medias

**H1:** Existe variación estadística entre las medias

### Nivel de significancia

El análisis estadístico se desarrolló con un nivel de significancia del 0.05 (5%), debido a que este valor es comúnmente usado en las investigaciones

### Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor (Se acepta la hipótesis nula)

P-valor < (Se acepta la hipótesis alterna)

### Prueba estadística para las capacidades físicas

#### Índice de plasticidad

Mediante la paramétrica del análisis de varianza en primer lugar se comprueba mediante el test de normalidad si los datos poseen una distribución normal, para este caso se utilizó el teste de Shapiro Wilk, a razón que se poseen una cantidad de datos menor a 50.

**Tabla 27.** Prueba de normalidad (índice de plasticidad)

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de plasticidad	SN	.314	3	.	.893	3	.363
	SN+5%OC	.175	3	.	1.000	3	1.000
	SN+7%OC	.175	3	.	1.000	3	1.000
	SN+9%OC	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+5%CM	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+7%CM	.328	3	.	.871	3	.298
	SN+9%CM	.253	3	.	.964	3	.637

En la tabla anterior se aprecian los valores con significancia (p-valor), los cuales son mayor a 0.05 por lo que se deduce que los datos poseen una distribución normal; por lo tanto, se puede desarrollar la prueba paramétrica de ANOVA.

**Tabla 28. Prueba de ANOVA (índice de plasticidad)**

ANOVA					
Índice de plasticidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91.491	6	15.249	192.904	.000
Dentro de grupos	1.107	14	.079		
Total	92.598	20			

En la tabla 19 se aprecia el desarrollo del test de ANOVA, donde la significancia entre los grupos es de 0.000 que es menor al valor de (0.05), por lo cual se puede afirmar que existe una variación significativa del índice de plasticidad con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

Para detallar entre que grupos existe más significancia se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey (ver tabla 20).

**Tabla 29. Comparación múltiple (índice de plasticidad)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Índice de plasticidad						
HSD Tukey						
Descrip.	Descrip.	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	95% intervalo confianza	
					Lím. Inf.	Lím. Sup.
SN	SN+5%OC	4.70000*	.22956	.000	3.9161	5.4839
	SN+7%OC	5.40000*	.22956	.000	4.6161	6.1839
	SN+9%OC	6.36667*	.22956	.000	5.5828	7.1505
	SN+5%CM	1.83333*	.22956	.000	1.0495	2.6172
	SN+7%CM	2.13333*	.22956	.000	1.3495	2.9172
	SN+9%CM	2.73333*	.22956	.000	1.9495	3.5172
SN+5%OC	SN	-4.70000*	.22956	.000	-5.4839	-3.9161
	SN+7%OC	.70000	.22956	.095	-.0839	1.4839
	SN+9%OC	1.66667*	.22956	.000	.8828	2.4505
	SN+5%CM	-2.86667*	.22956	.000	-3.6505	-2.0828
	SN+7%CM	-2.56667*	.22956	.000	-3.3505	-1.7828
	SN+9%CM	-1.96667*	.22956	.000	-2.7505	-1.1828
SN+7%OC	SN	-5.40000*	.22956	.000	-6.1839	-4.6161
	SN+5%OC	-.70000	.22956	.095	-1.4839	.0839
	SN+9%OC	.96667*	.22956	.012	.1828	1.7505
	SN+5%CM	-3.56667*	.22956	.000	-4.3505	-2.7828
	SN+7%CM	-3.26667*	.22956	.000	-4.0505	-2.4828
	SN+9%CM	-2.66667*	.22956	.000	-3.4505	-1.8828

SN+9%OC	SN	-6.36667*	.22956	.000	-7.1505	-5.5828
	SN+5%OC	-1.66667*	.22956	.000	-2.4505	-.8828
	SN+7%OC	-.96667*	.22956	.012	-1.7505	-.1828
	SN+5%CM	-4.53333*	.22956	.000	-5.3172	-3.7495
	SN+7%CM	-4.23333*	.22956	.000	-5.0172	-3.4495
	SN+9%CM	-3.63333*	.22956	.000	-4.4172	-2.8495
SN+5%CM	SN	-1.83333*	.22956	.000	-2.6172	-1.0495
	SN+5%OC	2.86667*	.22956	.000	2.0828	3.6505
	SN+7%OC	3.56667*	.22956	.000	2.7828	4.3505
	SN+9%OC	4.53333*	.22956	.000	3.7495	5.3172
	SN+7%CM	.30000	.22956	.838	-.4839	1.0839
	SN+9%CM	.90000*	.22956	.020	.1161	1.6839
SN+7%CM	SN	-2.13333*	.22956	.000	-2.9172	-1.3495
	SN+5%OC	2.56667*	.22956	.000	1.7828	3.3505
	SN+7%OC	3.26667*	.22956	.000	2.4828	4.0505
	SN+9%OC	4.23333*	.22956	.000	3.4495	5.0172
	SN+5%CM	-.30000	.22956	.838	-1.0839	.4839
	SN+9%CM	.60000	.22956	.194	-.1839	1.3839
SN+9%CM	SN	-2.73333*	.22956	.000	-3.5172	-1.9495
	SN+5%OC	1.96667*	.22956	.000	1.1828	2.7505
	SN+7%OC	2.66667*	.22956	.000	1.8828	3.4505
	SN+9%OC	3.63333*	.22956	.000	2.8495	4.4172
	SN+5%CM	-.90000*	.22956	.020	-1.6839	-.1161
	SN+7%CM	-.60000	.22956	.194	-1.3839	.1839

De los datos precedentes se puede afirmar que existe valores de significancia menores a (0.05) entre la mayoría de los grupos, tanto con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

**Tabla 30.** Prueba post-hoc de Tukey (índice de plasticidad)

Índice de plasticidad						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
SN+9%OC	3	6.6333				
SN+7%OC	3		7.6000			
SN+5%OC	3		8.3000			
SN+9%CM	3			10.2667		
SN+7%CM	3			10.8667	10.8667	
SN+5%CM	3				11.1667	

SN	3					13.0000
Sig.		1.000	.095	.194	.838	1.000

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 21, se puede apreciar que existe diferencias significativas entre los grupos debido a que estas se encuentran en diferentes columnas, resaltando la incorporación de óxido de calcio en 9% que es la que más redujo el índice de plasticidad del suelo de subrasante.

### Prueba estadística para las capacidades mecánicas

#### Densidad seca máxima

Mediante la paramétrica del análisis de varianza en primer lugar se comprueba mediante el test de normalidad si los datos poseen una distribución normal, para este caso se utilizó el teste de Shapiro Wilk.

**Tabla 31.** Prueba de normalidad (Densidad seca máxima)

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DSM	SN	.211	3	.	.991	3	.817
	SN+5%OC	.175	3	.	1.000	3	1.000
	SN+7%OC	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+9%OC	.175	3	.	1.000	3	1.000
	SN+5%CM	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+7%CM	.219	3	.	.987	3	.780
	SN+9%CM	.175	3	.	1.000	3	1.000

En la tabla anterior se aprecian los valores con significancia (p-valor), los cuales son mayor a 0.05 por lo que se deduce que los datos poseen una distribución normal; por lo tanto, se puede desarrollar la prueba paramétrica de ANOVA.

**Tabla 32.** Prueba de ANOVA (densidad seca máxima)

ANOVA					
DSM					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.097	6	.016	1478.686	.000
Dentro de grupos	.000	14	.000		
Total	.097	20			

En la tabla 23 se aprecia el desarrollo del test de ANOVA, donde la significancia entre los grupos es de 0.000 que es menor al valor de (0.05), por lo cual se puede afirmar que existe una variación significativa de la densidad seca máxima con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

Para detallar entre que grupos existe más significancia se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey (ver tabla 24).

**Tabla 33.** Comparación múltiple (densidad seca máxima)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DSM						
HSD Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+5%OC	.008333	.002696	.088	-.00087	.01754
	SN+7%OC	.019000*	.002696	.000	.00979	.02821
	SN+9%OC	.037333*	.002696	.000	.02813	.04654
	SN+5%CM	-.106000*	.002696	.000	-.11521	-.09679
	SN+7%CM	-.119333*	.002696	.000	-.12854	-.11013
	SN+9%CM	-.130667*	.002696	.000	-.13987	-.12146
SN+5%OC	SN	-.008333	.002696	.088	-.01754	.00087
	SN+7%OC	.010667*	.002696	.019	.00146	.01987
	SN+9%OC	.029000*	.002696	.000	.01979	.03821
	SN+5%CM	-.114333*	.002696	.000	-.12354	-.10513
	SN+7%CM	-.127667*	.002696	.000	-.13687	-.11846
	SN+9%CM	-.139000*	.002696	.000	-.14821	-.12979
SN+7%OC	SN	-.019000*	.002696	.000	-.02821	-.00979
	SN+5%OC	-.010667*	.002696	.019	-.01987	-.00146
	SN+9%OC	.018333*	.002696	.000	.00913	.02754
	SN+5%CM	-.125000*	.002696	.000	-.13421	-.11579
	SN+7%CM	-.138333*	.002696	.000	-.14754	-.12913
	SN+9%CM	-.149667*	.002696	.000	-.15887	-.14046
SN+9%OC	SN	-.037333*	.002696	.000	-.04654	-.02813
	SN+5%OC	-.029000*	.002696	.000	-.03821	-.01979
	SN+7%OC	-.018333*	.002696	.000	-.02754	-.00913
	SN+5%CM	-.143333*	.002696	.000	-.15254	-.13413
	SN+7%CM	-.156667*	.002696	.000	-.16587	-.14746
	SN+9%CM	-.168000*	.002696	.000	-.17721	-.15879
SN+5%CM	SN	.106000*	.002696	.000	.09679	.11521

	SN+5%OC	.114333*	.002696	.000	.10513	.12354
	SN+7%OC	.125000*	.002696	.000	.11579	.13421
	SN+9%OC	.143333*	.002696	.000	.13413	.15254
	SN+7%CM	-.013333*	.002696	.003	-.02254	-.00413
	SN+9%CM	-.024667*	.002696	.000	-.03387	-.01546
SN+7%CM	SN	.119333*	.002696	.000	.11013	.12854
	SN+5%OC	.127667*	.002696	.000	.11846	.13687
	SN+7%OC	.138333*	.002696	.000	.12913	.14754
	SN+9%OC	.156667*	.002696	.000	.14746	.16587
	SN+5%CM	.013333*	.002696	.003	.00413	.02254
	SN+9%CM	-.011333*	.002696	.012	-.02054	-.00213
SN+9%CM	SN	.130667*	.002696	.000	.12146	.13987
	SN+5%OC	.139000*	.002696	.000	.12979	.14821
	SN+7%OC	.149667*	.002696	.000	.14046	.15887
	SN+9%OC	.168000*	.002696	.000	.15879	.17721
	SN+5%CM	.024667*	.002696	.000	.01546	.03387
	SN+7%CM	.011333*	.002696	.012	.00213	.02054

De los datos precedentes se puede afirmar que existe valores de significancia menores a (0.05) entre la mayoría de los grupos, tanto con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

**Tabla 34.** Prueba post-hoc de Tukey (densidad seca máxima)

DSM							
HSD Tukey <sup>a</sup>							
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
SN+9%OC	3	1,66700					
SN+7%OC	3		1,68533				
SN+5%OC	3			1,69600			
SN	3			1,70433			
SN+5%CM	3				1,81033		
SN+7%CM	3					1,82367	
SN+9%CM	3						1,83500
Sig.		1,000	1,000	,088	1,000	1,000	1,000

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 25, se puede apreciar que existe diferencias significativas entre los grupos debido a que estas se encuentran en diferentes columnas, resaltando la incorporación de óxido de calcio en 9% que es

la que más redujo la densidad seca máxima y el 9% de cloruro de magnesio que es la que más incrementó la misma.

### Contenido de humedad óptimo

Mediante la paramétrica del análisis de varianza en primer lugar se comprueba mediante el test de normalidad si los datos poseen una distribución normal, para este caso se utilizó el teste de Shapiro Wilk, a razón que se poseen una cantidad de datos menor a 50.

**Tabla 35.** Prueba de normalidad (contenido de humedad óptimo)

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>CHO</b>	SN	.219	3	.	.987	3	.780
	SN+5%OC	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+7%OC	.292	3	.	.923	3	.463
	SN+9%OC	.219	3	.	.987	3	.780
	SN+5%CM	.292	3	.	.923	3	.463
	SN+7%CM	.253	3	.	.964	3	.637
	SN+9%CM	.253	3	.	.964	3	.637

En la tabla anterior se aprecian los valores con significancia (p-valor), los cuales son mayores a 0.05 por lo que se deduce que los datos poseen una distribución normal; por lo tanto, se puede desarrollar la prueba paramétrica de ANOVA.

**Tabla 36.** Prueba de ANOVA (contenido de humedad óptimo)

ANOVA					
CHO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	205.491	6	34.249	846.141	.000
Dentro de grupos	.567	14	.040		
Total	206.058	20			

En la tabla 27 se aprecia el desarrollo del test de ANOVA, donde la significancia entre los grupos es de 0.000 que es menor al valor de (0.05), por lo cual se puede afirmar que existe una variación significativa del contenido de humedad óptimo con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

Para detallar entre que grupos existe más significancia se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey (ver tabla 28).

**Tabla 37. Comparación múltiple (contenido de humedad óptimo)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CHO						
HSD Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+5%OC	-1.03333*	.16427	.000	-1.5942	-.4724
	SN+7%OC	-1.50000*	.16427	.000	-2.0609	-.9391
	SN+9%OC	-2.00000*	.16427	.000	-2.5609	-1.4391
	SN+5%CM	4.30000*	.16427	.000	3.7391	4.8609
	SN+7%CM	5.00000*	.16427	.000	4.4391	5.5609
	SN+9%CM	5.80000*	.16427	.000	5.2391	6.3609
SN+5%OC	SN	1.03333*	.16427	.000	.4724	1.5942
	SN+7%OC	-.46667	.16427	.134	-1.0276	.0942
	SN+9%OC	-.96667*	.16427	.001	-1.5276	-.4058
	SN+5%CM	5.33333*	.16427	.000	4.7724	5.8942
	SN+7%CM	6.03333*	.16427	.000	5.4724	6.5942
	SN+9%CM	6.83333*	.16427	.000	6.2724	7.3942
SN+7%OC	SN	1.50000*	.16427	.000	.9391	2.0609
	SN+5%OC	.46667	.16427	.134	-.0942	1.0276
	SN+9%OC	-.50000	.16427	.096	-1.0609	.0609
	SN+5%CM	5.80000*	.16427	.000	5.2391	6.3609
	SN+7%CM	6.50000*	.16427	.000	5.9391	7.0609
	SN+9%CM	7.30000*	.16427	.000	6.7391	7.8609
SN+9%OC	SN	2.00000*	.16427	.000	1.4391	2.5609
	SN+5%OC	.96667*	.16427	.001	.4058	1.5276
	SN+7%OC	.50000	.16427	.096	-.0609	1.0609
	SN+5%CM	6.30000*	.16427	.000	5.7391	6.8609
	SN+7%CM	7.00000*	.16427	.000	6.4391	7.5609
	SN+9%CM	7.80000*	.16427	.000	7.2391	8.3609
SN+5%CM	SN	-4.30000*	.16427	.000	-4.8609	-3.7391
	SN+5%OC	-5.33333*	.16427	.000	-5.8942	-4.7724
	SN+7%OC	-5.80000*	.16427	.000	-6.3609	-5.2391
	SN+9%OC	-6.30000*	.16427	.000	-6.8609	-5.7391
	SN+7%CM	.70000*	.16427	.011	.1391	1.2609

	SN+9%CM	1.50000*	.16427	.000	.9391	2.0609
SN+7%CM	SN	-5.00000*	.16427	.000	-5.5609	-4.4391
	SN+5%OC	-6.03333*	.16427	.000	-6.5942	-5.4724
	SN+7%OC	-6.50000*	.16427	.000	-7.0609	-5.9391
	SN+9%OC	-7.00000*	.16427	.000	-7.5609	-6.4391
	SN+5%CM	-.70000*	.16427	.011	-1.2609	-.1391
	SN+9%CM	.80000*	.16427	.004	.2391	1.3609
SN+9%CM	SN	-5.80000*	.16427	.000	-6.3609	-5.2391
	SN+5%OC	-6.83333*	.16427	.000	-7.3942	-6.2724
	SN+7%OC	-7.30000*	.16427	.000	-7.8609	-6.7391
	SN+9%OC	-7.80000*	.16427	.000	-8.3609	-7.2391
	SN+5%CM	-1.50000*	.16427	.000	-2.0609	-.9391
	SN+7%CM	-.80000*	.16427	.004	-1.3609	-.2391

De los datos precedentes se puede afirmar que existe valores de significancia menores a (0.05) entre la mayoría de los grupos, tanto con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

**Tabla 38.** Prueba post-hoc de Tukey (contenido de humedad óptimo)

CHO							
HSD Tukey <sup>a</sup>							
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
SN+9%CM	3	13.2333					
SN+7%CM	3		14.0333				
SN+5%CM	3			14.7333			
SN	3				19.0333		
SN+5%OC	3					20.0667	
SN+7%OC	3					20.5333	20.5333
SN+9%OC	3						21.0333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.134	.096

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 29, se puede apreciar que existe diferencias significativas entre los grupos debido a que estas se encuentran en diferentes columnas, resaltando la incorporación de óxido magnesio en 9% que es la que más redujo el contenido de humedad óptimo lo que se traducirá en el menor requerimiento de agua al momento de la compactación.

## Californian Bearing Ratio

Mediante la paramétrica del análisis de varianza en primer lugar se comprueba mediante el test de normalidad si los datos poseen una distribución normal, para este caso se utilizó el teste de Shapiro Wilk, a razón que se poseen una cantidad de datos menor a 50.

**Tabla 39.** Prueba de normalidad (CBR)

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	SN	,219	3	.	,987	3	,780
	SN+5%OC	,241	3	.	,974	3	,688
	SN+7%OC	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN+9%OC	,232	3	.	,980	3	,726
	SN+5%CM	,175	3	.	1,000	3	1,000
	SN+7%CM	,232	3	.	,980	3	,726
	SN+9%CM	,314	3	.	,893	3	,363

En la tabla anterior se aprecian los valores con significancia (p-valor), los cuales son mayores a 0.05 por lo que se deduce que los datos poseen una distribución normal; por lo tanto, se puede desarrollar la prueba paramétrica de ANOVA.

**Tabla 40.** Prueba de ANOVA (CBR)

ANOVA					
CBR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	46479.891	6	7746.649	51974.319	.000
Dentro de grupos	2.087	14	.149		
Total	46481.978	20			

En la tabla 31 se aprecia el desarrollo del test de ANOVA, donde la significancia entre los grupos es de 0.000 que es menor al valor de (0.05), por lo cual se puede afirmar que existe una variación significativa del CBR con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

Para detallar entre que grupos existe más significancia se desarrolló la prueba post-hoc de Tukey (ver tabla 32).

**Tabla 41. Comparación múltiple (CBR)**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
HSD Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+5%OC	-96.00000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-97.0764	-94.9236
	SN+7%OC	-97.83333 <sup>*</sup>	.31522	.000	-98.9097	-96.7570
	SN+9%OC	-98.80000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-99.8764	-97.7236
	SN+5%CM	-3.23333 <sup>*</sup>	.31522	.000	-4.3097	-2.1570
	SN+7%CM	-5.50000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-6.5764	-4.4236
	SN+9%CM	-1.43333 <sup>*</sup>	.31522	.006	-2.5097	-.3570
SN+5%OC	SN	96.00000 <sup>*</sup>	.31522	.000	94.9236	97.0764
	SN+7%OC	-1.83333 <sup>*</sup>	.31522	.001	-2.9097	-.7570
	SN+9%OC	-2.80000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-3.8764	-1.7236
	SN+5%CM	92.76667 <sup>*</sup>	.31522	.000	91.6903	93.8430
	SN+7%CM	90.50000 <sup>*</sup>	.31522	.000	89.4236	91.5764
	SN+9%CM	94.56667 <sup>*</sup>	.31522	.000	93.4903	95.6430
SN+7%OC	SN	97.83333 <sup>*</sup>	.31522	.000	96.7570	98.9097
	SN+5%OC	1.83333 <sup>*</sup>	.31522	.001	.7570	2.9097
	SN+9%OC	-.96667	.31522	.092	-2.0430	.1097
	SN+5%CM	94.60000 <sup>*</sup>	.31522	.000	93.5236	95.6764
	SN+7%CM	92.33333 <sup>*</sup>	.31522	.000	91.2570	93.4097
	SN+9%CM	96.40000 <sup>*</sup>	.31522	.000	95.3236	97.4764
SN+9%OC	SN	98.80000 <sup>*</sup>	.31522	.000	97.7236	99.8764
	SN+5%OC	2.80000 <sup>*</sup>	.31522	.000	1.7236	3.8764
	SN+7%OC	.96667	.31522	.092	-.1097	2.0430
	SN+5%CM	95.56667 <sup>*</sup>	.31522	.000	94.4903	96.6430
	SN+7%CM	93.30000 <sup>*</sup>	.31522	.000	92.2236	94.3764
	SN+9%CM	97.36667 <sup>*</sup>	.31522	.000	96.2903	98.4430
SN+5%CM	SN	3.23333 <sup>*</sup>	.31522	.000	2.1570	4.3097
	SN+5%OC	-92.76667 <sup>*</sup>	.31522	.000	-93.8430	-91.6903
	SN+7%OC	-94.60000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-95.6764	-93.5236
	SN+9%OC	-95.56667 <sup>*</sup>	.31522	.000	-96.6430	-94.4903
	SN+7%CM	-2.26667 <sup>*</sup>	.31522	.000	-3.3430	-1.1903
	SN+9%CM	1.80000 <sup>*</sup>	.31522	.001	.7236	2.8764
SN+7%CM	SN	5.50000 <sup>*</sup>	.31522	.000	4.4236	6.5764
	SN+5%OC	-90.50000 <sup>*</sup>	.31522	.000	-91.5764	-89.4236
	SN+7%OC	-92.33333 <sup>*</sup>	.31522	.000	-93.4097	-91.2570

	SN+9%OC	-93.30000*	.31522	.000	-94.3764	-92.2236
	SN+5%CM	2.26667*	.31522	.000	1.1903	3.3430
	SN+9%CM	4.06667*	.31522	.000	2.9903	5.1430
SN+9%CM	SN	1.43333*	.31522	.006	.3570	2.5097
	SN+5%OC	-94.56667*	.31522	.000	-95.6430	-93.4903
	SN+7%OC	-96.40000*	.31522	.000	-97.4764	-95.3236
	SN+9%OC	-97.36667*	.31522	.000	-98.4430	-96.2903
	SN+5%CM	-1.80000*	.31522	.001	-2.8764	-.7236
	SN+7%CM	-4.06667*	.31522	.000	-5.1430	-2.9903

De los datos precedentes se puede afirmar que existe valores de significancia menores a (0.05) entre la mayoría de los grupos, tanto con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio.

**Tabla 42.** Prueba post-hoc de Tukey (CBR)

CBR							
HSD Tukey <sup>a</sup>							
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
SN	3	5.7667					
SN+9%CM	3		7.2000				
SN+5%CM	3			9.0000			
SN+7%CM	3				11.2667		
SN+5%OC	3					101.7667	
SN+7%OC	3						103.6000
SN+9%OC	3						104.5667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.092

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 33, se puede apreciar que existe diferencias significativas entre los grupos debido a que estas se encuentran en diferentes columnas, resaltando la incorporación de óxido de calcio en 9% que es la que más incrementó la capacidad de soporte del suelo de subrasante lo que se traduce en la reducción del espesor de las capas granulares.

## V. DISCUSIÓN

Según a los resultados obtenidos mediante los ensayos desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos se acepta la hipótesis que señala que la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio influye en mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca debido a que la adición de cloruro de magnesio y óxido de calcio influyeron de manera positiva las capacidades físicas mecánicas de la subrasante. Esencialmente en el límite plástico, límite líquido, la densidad seca máxima y la capacidad de soporte (CBR), destacando la incorporación de cloruro de magnesio en una proporción de 7% y la adición de 9% de óxido de calcio debido a que estas proporciones fueron las que más redujeron los valores de índice de plasticidad e incrementaron de manera significativa la capacidad de soporte de la subrasante.

Estos datos guardan relación con lo que indica (Turkoz et al., 2015) quienes en su estudio destacaron la incorporación de cloruro de magnesio en un porcentaje de 7% respecto al peso del suelo, donde la disminución del límite de líquido es mayor que la disminución del límite de plástico, el índice de plasticidad disminuyó a medida que aumentaba el contenido de aditivo. Los límites líquido y plástico generalmente se estabilizaron en el nivel de aditivo del 7%. Esta disminución probablemente sea debido al intercambio de cationes por iones de magnesio divalentes y una mayor concentración de electrolitos, ya que el  $MgCl_2$  es completamente soluble en agua. De la misma manera, en ambos estudios se obtuvieron resultados positivos respecto las características mecánicas, donde con la incorporación de 7% de cloruro de magnesio se logró reducir el contenido de humedad óptimo e incrementar el índice de CBR, mientras que la proporción de 9% de óxido de calcio que más resaltó debido a que redujo el índice de plasticidad de 13% a 6.3% e incrementó de 5.77% a 104.57% la capacidad de soporte, respecto al suelo patrón.

Con la incorporación de óxido de calcio y cloruro de magnesio se logró de poseer una subrasante pobre a tener una subrasante calificada como regular según lo establecido por el Ministerio de transportes y comunicaciones (2013, p. 40), el mejoramiento de las capacidades mecánicas y físicas de la subrasante se verán reflejadas en la disminución del espesor de las capas granulares

DE1. De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los ensayos geotécnicos se acepta la hipótesis específica 1 que indica que las capacidades físicas mecánicas determinan la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca. Debido a que mediante ensayos de límites de Atterberg se determinó su índice de plasticidad de 13% y en el ensayo granulométrico se llegó a clasificar el tipo de suelo que poseía la subrasante, donde de acuerdo a SUCS se trató de una CL y de acuerdo a AASHTO es un tipo A-6 (9), de la misma manera la capacidad de soporte permitió clasificar la subrasante, la cual se trató de una subrasante "Insuficiente", debido a que su capacidad de soporte (CBR) resultó 5.77 %.

Estos resultados concuerdan con lo que indica en la investigación realizada por el autor (Bonifacio Vergara y Sánchez Bernilla, 2015), ya que la vía no pavimentada estudiada en su investigación resultó que posee un suelo plástico, así mismo indicaron que su índice de plasticidad resultó en 16.50%, siendo este cercano a valor obtenido en nuestra investigación. Por otro lado, con respecto a la capacidad de soporte (CBR) los autores determinaron que al 95% obtuvieron 3.8% y con 2" se obtuvo 4.7%, concluyendo que este es un material a estabilizar ya que no cumple con la normativa, esto guarda relación con nuestros resultados ya que el suelo estudiado en la presente investigación requiere ser estabilizada.

DE2. Según a los resultados obtenidos mediante los ensayos geotécnicos se acepta la hipótesis específica 2 que indica: la aplicación óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca. Debido a que con la adición de 5%, 7% y 9% de óxido de calcio se logró reducir el índice de plasticidad y aumentar la capacidad de soporte del suelo de subrasante.

Estos resultados guardan relación con lo que determina (Amaya, Botero y Ovando, 2018) quienes con la incorporación de 15% de óxido de calcio lograron incrementar el límite plástico y en consecuencia reducir el índice de plasticidad, así mismo se logró incrementar de manera significativa la capacidad de soporte del suelo, y que con los resultados obtenidos se superan ampliamente los requerimientos establecidos por las normas mexicanas, de la misma manera el índice de plasticidad fue reducido y capacidad de soporte del suelo de subrasante fue incrementado con la adición de 9% de óxido de calcio, gracias a esta adición la

subrasante paso de tener una categoría “pobre” a ser categorizada como “excelente” de acuerdo a lo señalado por las normas peruanas.

DE3. Según a los resultados obtenidos mediante los ensayos geotécnicos se acepta la hipótesis específica 3 que indica: la aplicación cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca. Debido a que con la adición de 5%, 7% y 9% de cloruro de magnesio se logró reducir el índice de plasticidad y aumentar la capacidad de soporte del suelo de subrasante.

Estos resultados guardan relación con lo que determina (Bonifacio Vergara y Sánchez Bernilla, 2015) quienes con la incorporación de 4% de cloruro de magnesio consiguieron reducir el índice de plasticidad de las canteras que pusieron a estudio , así mismo se logró incrementar en menor medida la capacidad de soporte del suelo, y que con los resultados obtenidos se superan ampliamente los requerimientos establecidos por las normas mexicanas, de la misma manera el índice de plasticidad fue reducido y capacidad de soporte del suelo de subrasante fue incrementado con la adición de 9% de óxido de calcio, gracias a esta adición la subrasante paso de tener una categoría “pobre” a ser categorizada como “excelente” de acuerdo a lo señalado por las normas peruanas. Sin embargo, en el presente estudio los mejores resultados se obtuvieron con la incorporación de 7% de cloruro de magnesio donde a diferencia del óxido de calcio se logró reducir en menor medida el índice de plasticidad y lograr un ligero incremento, pero significativo del CBR de la subrasante que paso de tener una categoría “pobre” a ser categorizada como “buena”.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio si influyen en la mejora de las capacidades físicas y mecánicas de la subrasante de la de la Avenida Circunvalación II, Juliaca, debido a que ambos estabilizantes redujeron el índice de plasticidad e incrementaron la capacidad de soporte del suelo de subrasante. Resaltando el cloruro de magnesio para reducir el índice de plasticidad y el óxido de calcio en el incremento de la capacidad de soporte (CBR).

Dando respuesta al objetivo específico 1, la caracterización de las capacidades físicas mecánicas determinó que la subrasante de la Avenida Circunvalación II es de categoría “pobre”, debido a que posee un valor de Californian Bearing Ratio promedio de 5.77%.

Dando respuesta al objetivo específico 2, la aplicación de óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca; resaltando la incorporación de 9% de óxido de calcio respecto al peso del suelo que redujo el índice de plasticidad de 13% a 6.3% e incremento el CBR de 5.77% a 104.57%.

Dando respuesta al objetivo específico 3, la aplicación de cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca; resaltando la incorporación de 7% que redujo el índice de plasticidad de 13% a 10.27% e incremento el CBR de 5.77% a 11.27%

## VII. RECOMENDACIONES

La utilización de los datos presentados en la presente tesis para fines prácticos se tome en cuenta la caracterización del suelo sobre el cual se hizo en análisis.

De acuerdo a los resultados obtenidos para suelos de subrasante donde se presenta mayores valores de índice de plasticidad estos se estabilicen con cloruro de magnesio, y para los suelos donde se cuenten con bajos valores de CBR se estabilicen con óxido de calcio.

Para el desarrollo de futuros estudios evaluar más muestras, diferentes calicatas en la misma avenida Circunvalación II a diferentes profundidades, con diferentes porcentajes usados en la presente tesis.

El estudio de la misma subrasante con otros estabilizantes y realizar un análisis comparativo para seleccionar al mejor estabilizante en precio y calidad.

Y finalmente a manera de usar este estudio como una guía para el mejoramiento de suelos física y mecánicamente en diferentes zonas del país y fomentar un manual donde se incluyan todos los estabilizantes estudiados, en cual instruya a los trabajadores en el ámbito de la ingeniería civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRIN, H., 2017. A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 19. ISSN 2575-1743. DOI 10.11648/j.ijtet.20170302.12.
- AMAYA, M., BOTERO, E. y OVANDO, E., 2018. Óxido De Calcio En La Estabilización De Suelos Arcillosos. [en línea], no. November, pp. 7. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/335193052\\_Oxido\\_de\\_calcio\\_en\\_la\\_estabilizacion\\_de\\_suelos\\_arcillosos](https://www.researchgate.net/publication/335193052_Oxido_de_calcio_en_la_estabilizacion_de_suelos_arcillosos).
- BONIFACIO VERGARA, W.M. y SÁNCHEZ BERNILLA, J.A., 2015. *ESTABILIZACIÓN QUÍMICA EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS USANDO CLORURO DE MAGNESIO, CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE* [en línea]. S.I.: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <http://servicios.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3947/TESIS-BONIFACIO-SANCHEZ-FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- BORJA SUÁREZ, M., 2016. *Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil* [en línea]. Chiclayo: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3uOczAM>.
- BRIONES, A., 2018. *“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN COMPARACIÓN CON EL CLORURO DE CALCIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA AFIRMADOS”* [en línea]. S.I.: Universidad Prozada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14071>.
- CHAVARRY VALLEJOS, C.M., FIGUEROA MERINO, R.A. y REYNAGA TEJADA, R.E., 2020. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del conocimiento* [en línea], vol. 5, no. 06, pp. 40-69. DOI 10.23857/pc.v5i6.1465. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7518100.pdf>.
- DU, Y.J., JIANG, N.J., LIU, S.Y., HORPIBULSUK, S. y ARULRAJAH, A., 2016. Field evaluation of soft highway subgrade soil stabilized with calcium carbide residue. *Soils and Foundations* [en línea], vol. 56, no. 2, pp. 301-314. ISSN 00380806.

DOI 10.1016/j.sandf.2016.02.012. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sandf.2016.02.012>.

ESTABRAGH, A., RANJBARI, S. y JAVADI, A., 2018. Properties of Clay Soil and Soil Cement Reinforced with Polypropylene Fibers. *ACI Materials Journal* [en línea], Disponible en: <http://hdl.handle.net/10871/31236>.

GAMAGE, D., PASINDU, H.R. y BANDARA, S., 2016. Pavement roughness evaluation method for low volume roads. *Rehabilitation of Pavements, MAIREPAV 2016* [en línea], no. July, pp. 976-985. DOI 10.3850/978-981-11-0449-7-199-cd. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Hr-Pasindu/publication/307205616\\_Pavement\\_Roughness\\_Evaluation\\_Method\\_for\\_Low\\_Volume\\_Roads/links/5a1877c04585155c26a95464/Pavement-Roughness-Evaluation-Method-for-Low-Volume-Roads.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hr-Pasindu/publication/307205616_Pavement_Roughness_Evaluation_Method_for_Low_Volume_Roads/links/5a1877c04585155c26a95464/Pavement-Roughness-Evaluation-Method-for-Low-Volume-Roads.pdf).

GARAY, E. y MORALES, K., 2020. *Uso del geotextil como propuesta para mejorar la subrasante en un pavimento asfáltico, Huaraz – Paltay - 2020* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60091>.

GARCÍA, R. y GALVEZ, L., 2018. ANÁLISIS DE MÉTODOS PARA GESTIÓN EN VÍAS NO PAVIMENTA DAS. *MANTENIMIENTO DE OBRAS* [en línea], Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10741>.

GARCÍA, R.A., FLÓREZ, E. y MEDINA, Y., 2018. Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander. *Espacios* [en línea], vol. 39, no. 53. ISSN 07981015. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-06.pdf>.

GOODRICH, B.A., KOSKI, R.D. y JACOBI, W.R., 2009. Condition of soils and vegetation along roads treated with magnesium chloride for dust suppression. *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 198, no. 1-4, pp. 165-188. ISSN 00496979. DOI 10.1007/s11270-008-9835-4.

GUTIÉRREZ MONTES, C.A., 2010. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio

- (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio. *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA* [en línea], pp. 1-161. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez\\_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/116/gutierrez_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- HAGAN, T.L., 2014. Measurements in quantitative research: How to select and report on research instruments. *Oncology Nursing Forum*, vol. 41, no. 4, pp. 431-433. ISSN 15380688. DOI 10.1188/14.ONF.431-433.
- HASMIDA, W., HASSAN, W., RASHID, A.S.A., LATIFI, N., HORPIBULSUK, S. y BORHAMDIN, S., 2017. Strength and morphological characteristics of organic soil stabilized with magnesium chloride. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* [en línea], vol. 1, pp. 1-6. DOI 10.1144/qjegh2016-124. Disponible en: <http://qjegh.lyellcollection.org/>.
- HEITZER, C., 2017. *EFECTOS DE MEZCLAS DE CLORUROS EN LA HUMEDAD DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS* [en línea]. S.l.: UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23014/3560900231931UTF SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNADEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6. México D.F: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://bit.ly/3ibTTIz>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. *Metodología de la investigación*. [en línea], vol. 6, pp. 88-101. Disponible en: <https://bit.ly/2S89yhp>.
- HIGUERA, C., GÓMEZ, J. y PARDO, Ó., 2012. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 21, no. 32, pp. 21-40. ISSN 2357-5328. DOI 10.19053/01211129.1431.
- HILARIO, F., 2015. *APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y*

*ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR- TINTAYA MARQUIRI.* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/114>.

JOSUÉ, G., 2018. Enmiendas de Suelo en Café. *Boletín técnico* [en línea], pp. 1-8. Disponible en: <https://www.anacafe.org/uploads/file/5cd916d3b6d7447db8a009ccb36d201d/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-2018-04.pdf>.

LIM, S.M., WIJEYESEKERA, D.C., LIM, A.J.M.S. y BAKAR, I.B.H., 2014. Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques. *International Journal of Engineering and Technology Research*, vol. 3, no. 5, pp. 204-211. DOI ISSN: 2249 – 8958.

MAGNAN, J.P. y NDIAYE, M., 2015. Determination and assessment of deformation moduli of compacted lateritic gravels, using soaked CBR tests. *Transportation Geotechnics* [en línea], vol. 5, pp. 50-58. ISSN 22143912. DOI 10.1016/j.trgeo.2015.09.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trgeo.2015.09.006>.

MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES, 2013. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS* [en línea]. Lima: s.n. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).

MOHOD, M. V. y KADAM, K.N., 2016. A Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement: A Review. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, vol. 13, no. 3, pp. 84-88. DOI 10.9790/1684-1303078488.

MORALES, E. y PAILACURA, C., 2019. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. *Obras y proyectos* [en línea], no. 26, pp. 27-36. ISSN 0718-2813. DOI 10.4067/s0718-28132019000200027. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-28132019000200027&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-28132019000200027&script=sci_arttext).

MURTY, K., SIVA, A. y VENKATA, B., 2016. CHEMICAL STABILIZATION OF SUB-GRADE SOIL WITH GYPSUM AND NACL. *International Journal of Advances*

*in engineering & Technology* [en línea], vol. 9, no. 5, pp. 569-581. DOI ISSN 22311963. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Kavya-Ch-4/publication/352019122\\_CHEMICAL\\_STABILIZATION\\_OF\\_SUB-GRADE\\_SOIL\\_WITH\\_GYPSUM\\_AND\\_NACL/links/60b5e019299bf106f6edd255/CHEMICAL-STABILIZATION-OF-SUB-GRADE-SOIL-WITH-GYPSUM-AND-NACL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kavya-Ch-4/publication/352019122_CHEMICAL_STABILIZATION_OF_SUB-GRADE_SOIL_WITH_GYPSUM_AND_NACL/links/60b5e019299bf106f6edd255/CHEMICAL-STABILIZATION-OF-SUB-GRADE-SOIL-WITH-GYPSUM-AND-NACL.pdf).

OLUFOWOBI, J., OGUNDOJU, A., MICHAEL, B. y ADERINLEWO, O., 2014. Clay soil stabilisation using powdered glass. *Journal of Engineering Science and Technology* [en línea], vol. 9, no. 5, pp. 541-558. ISSN 18234690. Disponible en: <https://bit.ly/3yhiYqp>.

OROBIO, A., 2011. Consideraciones para el diseño y construcción de vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio. *DYNA (Colombia)* [en línea], vol. 78, no. 165, pp. 93-100. ISSN 00127353. DOI ISSN 00127353. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25643/26098>.

PARADIS, E., O'BRIEN, B., NIMMON, L., BANDIERA, G. y MARTIMIANAKIS, M.A.T., 2016. Design: Selection of Data Collection Methods. *Journal of graduate medical education*, vol. 8, no. 2, pp. 263-264. ISSN 19498357. DOI 10.4300/JGME-D-16-00098.1.

PAUCAR, E., 2019. *Evaluación De Pavimentos Flexibles Y Rígidos Aplicando Las Metodologías De Inspección Visual De Zonas Y Rutas En Riesgo E Índice De Condición Del Pavimento Para El Mantenimiento Vial, Caso De La Av. Floral Y Jr. Carabaya, Puno*. [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12319>.

PRADENA, M., MERY, J.P. y NOVOA, É., 2010. Estabilización y mantenimiento de caminos no pavimentados sometidos a condiciones de hielo-nieve en zona de montaña. *Revista de la Construcción* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 97-107. ISSN 07177925. DOI 10.4067/s0718-915x2010000200010. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/262541748\\_Estabilizacion\\_y\\_mantenimiento\\_de\\_caminos\\_no\\_pavimentados\\_sometidos\\_a\\_condiciones\\_de\\_hielo-nieve\\_en\\_zona\\_de\\_montana](https://www.researchgate.net/publication/262541748_Estabilizacion_y_mantenimiento_de_caminos_no_pavimentados_sometidos_a_condiciones_de_hielo-nieve_en_zona_de_montana).

RAMA, F., 2008. Historia de los pavimentos urbanos. *Pavimentos Urbanos* [en

línea], vol. volumen 1, pp. 10. Disponible en: [http://www.franciscorama.com/docs/conservacion\\_historia.pdf](http://www.franciscorama.com/docs/conservacion_historia.pdf).

SANTOS, G., 2017. *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS , Puebla* [en línea]. S.I.: BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA. Disponible en: <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GuadalupeSantosSanchez.pdf>.

SCHOONOVER, J.E. y CRIM, J.F., 2015. An Introduction to Soil Concepts and the Role of Soils in Watershed Management. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, vol. 154, no. 1, pp. 21-47. ISSN 1936-7031. DOI 10.1111/j.1936-704x.2015.03186.x.

SHTAYAT, A., MORIDPOUR, S., BEST, B., SHROFF, A. y RAOL, D., 2020. A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* [en línea], vol. 7, no. 5, pp. 629-638. ISSN 20957564. DOI 10.1016/j.jtte.2020.03.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>.

TAMAYO, M., 2002. *El proceso de la investigación científica*. Cuarta. México D.F: Grupo Noriega editores. ISBN 968-18-5872-7.

TURKOZ, M., SAVAS, H., ACAZ, A. y TOSUN, H., 2015. The effect of magnesium chloride solution on the engineering properties of clay soil with expansive and dispersive characteristics. *Applied Clay Science* [en línea], vol. 101, pp. 1-9. ISSN 01691317. DOI 10.1016/j.clay.2014.08.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2014.08.007>.

VARA, A., 2012. 7 Pasos para una tesis exitosa. *Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres* [en línea], vol. 3, pp. 1-451. Disponible en: <https://bit.ly/2SNGOdX>.

VILCHEZ, D., 2019. *Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019*

[en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48455>.

ZHU, X., BAI, S., XUE, G., YANG, J., CAI, Y., HU, W., JIA, X. y HUANG, B., 2018. Assessment of compaction quality of multi-layer pavement structure based on intelligent compaction technology. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 161, pp. 316-329. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.139. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.139>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

**“Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánica de la subrasante, Avenida Circunvalación II, Juliaca”**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<p style="text-align: center;"><b>V.I.</b></p> <p style="text-align: center;">Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio</p>	<p>El óxido de calcio y cloruro de magnesio son utilizados para la estabilización de vías, provienen tras la reacción del cloro con el hidrogeno; cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Briones (2018).</p>	<p>La aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio son de gran aporte sobre el campo de la ingeniera civil siendo un componente apto sobre la estabilización de suelos ya que estos ayuda a absorber la humedad que cuentan los suelos, esta dotara sus características de acuerdo a la cantidad que se emplee sobre el suelo.</p>	<p>Dosificación</p>	<p style="text-align: center;">Cantidad de cloruro de magnesio</p> <p style="text-align: center;">Cantidad de óxido de calcio</p>	<p>% de incorporación</p>	<p>Razón</p>
<p style="text-align: center;"><b>V.D.</b></p> <p style="text-align: center;">Mejorar la subrasante</p>	<p>Se entiende por mejoramiento de la subrasante a una serie de procesos mecánicos, físicos, físico-químicos y químicos que transforman las propiedades de los suelos que interesan en las aplicaciones de la ingeniería, obteniendo un material apto para su utilización, que busca mejorar las propiedades tales como: resistencia, durabilidad, plasticidad, permeabilidad, estabilidad volumétrica, compresibilidad, trabajabilidad y permanencia de las propiedades adquiridas. Nieto (2019).</p>	<p>El mejoramiento de la subrasante se deriva en la aplicación de elementos o compuestos ajenos a los áridos, los cuales sirven para mejorar las capacidades físico mecánicas de la subrasante siendo estas la (Granulometría, límites de atterberg, humedad, capacidad de soporte CBR).</p>	<p style="text-align: center;">Características Físicas</p> <p style="text-align: center;">Características Mecánicas</p>	<p style="text-align: center;">Granulometría</p> <p style="text-align: center;">Límites de consistencia</p> <p style="text-align: center;">Humedad</p> <p style="text-align: center;">Proctor</p> <p style="text-align: center;">Capacidad de Soporte (CBR)</p>	<p>Ensayos de laboratorio</p>	<p>Razón</p>

Anexo 2. Matriz de consistencia

“Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánica de la subrasante, Avenida Circunvalación II, Juliaca”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cómo influirá la aplicación del óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca?	Determinar la influencia de la aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	La aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio influye en mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	<b>VI</b> Óxido de calcio y cloruro de magnesio  <b>VD</b> Mejora de la subrasante	% de incorporación  Características mecánicas	%  % (LP, MDS, CBR)	<b>Tipo de Investigación</b> Investigación aplicada  <b>Nivel de Investigación</b> Descriptivo – Explicativo  <b>Diseño de investigación</b> Experimental Gc (a): Y1 X Y2 Ge (a): Y3 X' Y4 Gc: Sin adición de C.M. Ge: Con adición de C.M.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>				<b>Población</b> Caminos no pavimentados de la ciudad de Juliaca.  <b>Muestra</b> Avenida circunvalación II (segunda etapa)
¿Cuáles son las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca?	Determinar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	Las capacidades físicas mecánicas determinan la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	<b>VI</b> Subrasante  <b>VD</b> Capacidades físicas mecánicas	Propiedades  Propiedades físicas mecánicas	%  % % (LP, W%, CBR)	<b>Técnica de recolección de datos</b> Observación de procesos Obtención de materiales a incorporar Realización de calicatas Extracción de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados
¿Cómo influirá la aplicación del óxido de calcio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca?	Identificar de qué manera la aplicación del óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	La aplicación óxido de calcio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	<b>VI</b> Cloruro de calcio  <b>VD</b> Capacidades físicas mecánicas de la subrasante	% de incorporación  Capacidades de la subrasante	%  % % (LP, MDS, CBR)	<b>Instrumentos de recolección de datos</b> Fichas Cotización de materiales Herramientas de apertura de calicatas Formatos de campo Software de análisis e interpretación de resultados
¿Cómo influirá la aplicación del cloruro de magnesio para mejorar las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca?	Identificar de qué manera la aplicación del cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	La aplicación del cloruro de magnesio mejora las capacidades físicas mecánicas de la subrasante de la Avenida Circunvalación II, Juliaca.	<b>VI</b> Cloruro de magnesio  <b>VD</b> Capacidades físicas mecánicas de la subrasante	% incorporación  Capacidades de la subrasante	%  % % (LP, MDS, CBR)	

### Anexo 3. Reporte ensayos de laboratorio



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: NTP 339.128:1999)		LAB. SUNING	
		S. E.	AGT
		N° E.	137
PAG 1 - 1			
OBRA / PROYECTO	*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE :
PETICIONARIOS	: BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PAR; (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)		F. INGRESO :
	: BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)		F. EMISIÓN :
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	PROPIO - NATURAL SIN ADICION	TAMAÑO MAXIMO :	N° 4
LUGAR :	CIRCUNVALACION II, JULIACA	PESO INICIAL :	7953.0
CALICATA :	C-1	FRACCION SECA :	530.3
MUESTRA :	M-1	PROFUND. (M.) :	0.50 m.

TAMIZ.	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES GRADACION A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.99						
3"	76.200						
2 1/2"	53.500	0.0	0.0	0.0	100.0		%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		Limite Liquido (LL) : 31.8
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		Limite Plástico (LP) : 13.3
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0		Indice Plástico (IP) : 13.6
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasificación(SUCS) : CL
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasif.(AASHTO) : A-6 ( 9 )
N° 4	4.750	1.9	0.0	0.0	100.0		
N° 6	2.360						
N° 10	2.000	0.8	0.2	0.2	99.8		Contenido de Humedad (%) : 27.98
N° 16	1.190	1.5	0.3	0.5	99.5		
N° 20	0.840	1.3	0.2	0.7	99.3		Indice de Consistencia
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	14.2	2.7	3.4	96.6		
N° 50	0.300	17.2	3.2	6.6	93.4		
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	77.5	14.6	21.2	78.8		OBSERVACIONES :
N° 200	0.075	36.2	6.8	28.0	72.0		
< N° 200	FONDO	381.7	72.0	100.0	0.0		



Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000748

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(Normas Nacionales: MTC E 108, NTP 339.127:1998)

OBRA "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X)

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CHN
N° E.	056
PAG 1 - 1	

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL	PROPIO - NATURAL SIN ADICION	CALICATA	: C-1
LUGAR	CIRCUVALACION II, JULIACA	MUESTRA	: M-1
		PROFUND. (M.)	: 0.50 m.

MUESTRA	1	2			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	195.6	199.6			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	158.2	162.3			
PESO DE CAPSULA (gr.)	26.7	27.0			
PESO DEL AGUA	37.4	37.3			
PESO DE SUELO SECO	131.5	135.3			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	28.42	27.54			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 28.0

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
 Juan Luis Huatacaca  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú No. 47949

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000743

LAB. SUNING	
S.E.	LC
N° E.	128
PAG 1 - 1	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA" ING. RESPONSABLE : D.S.H.

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL : PROPIO - NATURAL SIN ADICION CALICATA : C-1

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-1

PROFUND. (M.) : 0.50 m.

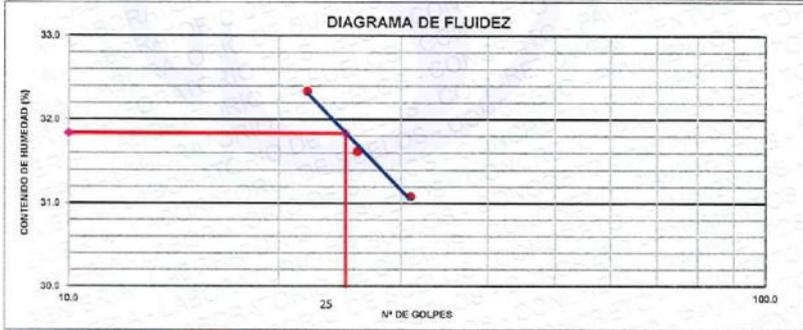
**LIMITE LIQUIDO\***

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19.10	17.39	19.12
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		16.37	15.05	16.30
PESO DE AGUA (g)		2.73	2.34	2.82
PESO DEL TARRO (g)		7.59	7.65	7.58
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.79	7.40	8.72
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.08	31.62	32.34
NUMERO DE GOLPES		31	26	22

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		20.21	19.67
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		18.28	17.79
PESO DE AGUA (g)		1.93	1.88
PESO DEL TARRO (g)		7.66	7.55
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.60	10.24
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		18.21	18.36

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	31.8
LIMITE PLASTICO	18.3
INDICE DE PLASTICIDAD	13.6

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



- \* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.
- \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificación de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000750

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021	
LAB. SUNING	
S. E.	PM
N.º E.	071
PÁG. 1 - 1	

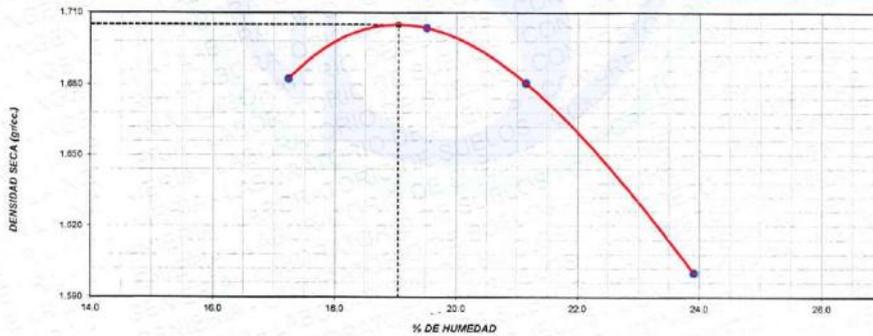
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE : D.S.H. F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	: PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACION II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-1	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.972	2.036	2.039	1.983
Contenido de agua	%	17.2	19.5	21.1	23.9
Densidad Seca	gr/cc	1.682	1.704	1.681	1.600
SELECCION DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)			Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño			28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0				Método de Preparación
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0				Humedo
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.720	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.705	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 19.0 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
 Daniel Sant Huasacha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado Registrado del Perú Reg. N° 121429

\* Esta Intendencia prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000751

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019  
LAB. SUNING  
S. E. \_\_\_\_\_ CBR  
N° E. \_\_\_\_\_ 095

OBRA : \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA\*

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7529-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACION : BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : PROPIO - NATURAL SIN ADICION PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-1

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

Molde N°	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
Número de capas						
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,050	13,135	13,110	13,240	13,130	13,360
Peso molde (gr.)	8,742	8,742	8,804	8,804	9,040	9,040
Peso suelo compactado (gr.)	4,308	4,393	4,306	4,436	4,090	4,320
Volumen del molde (cm³)	2,119	2,119	2,123	2,123	2,124	2,124
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,033	2,073	2,029	2,089	1,926	2,034
Densidad Seca (gr/cm³)	1,707	1,721	1,688	1,701	1,617	1,649

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	23.5	23.9	24.3	24.0	27.3	24.0
Tara + suelo húmedo (gr.)	146.0	136.3	130.5	129.8	162.4	127.2
Tara + suelo seco (gr.)	126.3	117.2	112.6	102.8	140.8	107.7
Peso de agua (gr.)	19.5	19.1	17.8	18.0	21.7	19.5
Peso de suelo seco (gr.)	102.8	93.4	88.4	78.8	113.5	83.7
Humedad (%)	19.1	20.4	20.2	22.8	19.1	23.3

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12-May	16:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13-May	16:00	24	0.007	0.18	0.15	0.023	0.58	0.50	0.047	1.19	1.03
14-May	16:00	48	0.014	0.36	0.31	0.033	0.84	0.72	0.072	1.83	1.57
15-May	16:00	72	0.024	0.61	0.53	0.040	1.02	0.87	0.091	2.31	1.99
16-May	16:00	96	0.032	0.81	0.70	0.044	1.12	0.96	0.100	2.54	2.18

**PENETRACION**

Penetración (su.g.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		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		11	0.6			16	0.8			13	0.6		
0.050		40	2.0			44	2.1			31	1.5		
0.075		70	3.4			86	3.3			48	2.4		
0.100	70.307	85	4.2	5.4	7.7	81	4.0	4.9	7.0	61	3.0	3.3	4.7
0.150		124	6.1			114	5.6			80	3.9		
0.200	105.460	137	6.8	8.8	8.2	130	6.4	7.7	7.3	93	4.8	5.2	4.9
0.300		178	8.7			169	8.4			114	5.6		
0.400		203	10.0			182	9.5			132	6.5		
0.500		219	10.8			211	10.4			141	7.0		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio geotécnico del propietario.

**Dra. Susi Huaracha**  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 12479

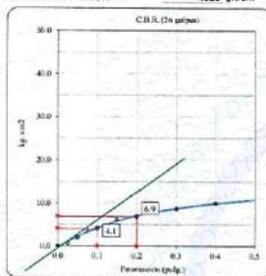
000752

\* Esta información puede ser utilizada para la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
\* El laboratorio no es responsable del mal uso, ni de incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
\* Los resultados de este informe tienen validez solamente en el espectro de frecuencias y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 01 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1998)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		Nº.E.	095
PÁG. 2 DE 2			
OBRA	: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
	: BACH. EDWIN QUIISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL	PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1		

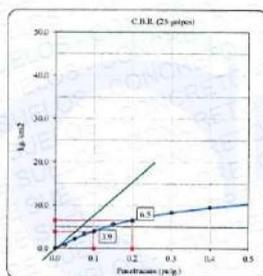
**Datos de muestra**

Maxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.705 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 19.0 %  
 Maxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.620 gr/cm<sup>3</sup>



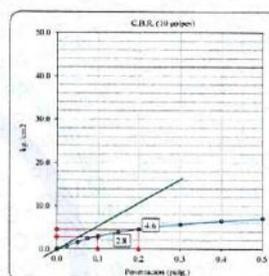
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

5.8 %



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

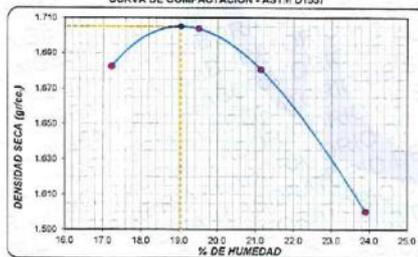
5.5 %



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

4.0 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



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

5.8 %

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

4.2 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



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

6.5 %

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

4.5 %

**OBSERVACIONES:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Qui Suñ*  
**Dr. Daniel Quiñ Huarscha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú Nº 124113

000753

Este documento está protegido por la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
 Si usted desea que se le envíe una copia de este documento, envíe un correo electrónico a: info@suningeirl.com  
 Este resultado de ensayo es válido únicamente si el cliente ha otorgado un certificado de conformidad de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.128:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019  
 LAB. SUNING

S. E.	AGT
N.º E.	141

PAG 1 - 1

OBRA / PROYECTO : "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIOS : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7628-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

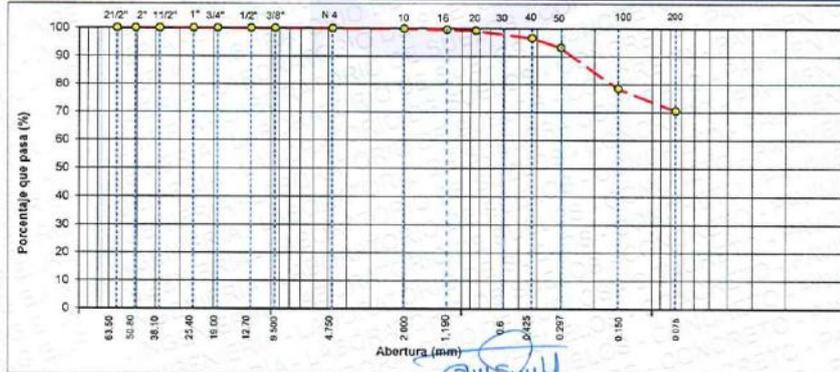
ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL	: PROPIO - NATURAL SIN ADICION	TAMANO MAXIMO	: N° 4
LUGAR	: CIRCUNVALACION II, JULIACA	PESO INICIAL	: 7990.0
CALICATA	: C-1	FRACCION SECA	: 521.0
MUESTRA	: M-2	PROFUND. (M.)	: 0.50 m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES GRADACION A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	90.89						
3"	76.203						
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		Limite Liquido (LL): 30.7
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		Limite Plastico (LP): 18.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0		Indice Plastico (IP): 12.6
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasificación(SUCS): CL
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasific. (AASHTO): A-6 (8)
Nº 4	4.750	1.8	0.0	0.0	100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	0.9	0.2	0.2	99.8		Contenido de Humedad (%): 26.57
Nº 15	1.190	1.6	0.3	0.5	99.5		
Nº 20	0.840	1.4	0.3	0.6	99.2		Indice de Consistencia :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	13.5	2.6	3.4	96.5		
Nº 50	0.300	18.2	3.5	6.9	93.1		
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	76.2	14.6	21.5	78.5		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	41.2	7.9	29.4	70.6		
< Nº 200	FONDO	368.0	70.6	100.0	0.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 Suni Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 13045

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de summa de calidad de la entidad que lo produce.

000754

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING

S.E. CHN

N° E. 075

PAG 1 - 1

(Normas Nacionales: MTC E 108, NTP 339.127:1998)

OBRA "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMESIÓN : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

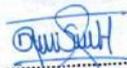
MATERIAL PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-2

LUGAR CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA PROFUND. (M.) : 0.50 m.

MUESTRA	1	2			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	189.6	188.6			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	156.2	152.4			
PESO DE CAPSULA (gr.)	29.0	21.9			
PESO DEL AGUA	33.3	36.2			
PESO DE SUELO SECO	127.2	130.5			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	26.20	27.75			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 27.0

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
 Diana Susi Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121478

\* Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000755

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	143
PAG 1 - 1	

**OBRA** : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
**ING. RESPONSABLE** : D.S.H.  
**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
**F. EJECUCION** : 10 de Agosto de 2021  
 : BACH. EDWIN QUISEP CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
**F. EMISIÓN** : 31 de Agosto de 2021  
**UBICACIÓN** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** : PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN  
**CALICATA** : C-1  
**LUGAR** : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA  
**MUESTRA** : M-2  
**PROFUND. (M.)** : 0.50 m.

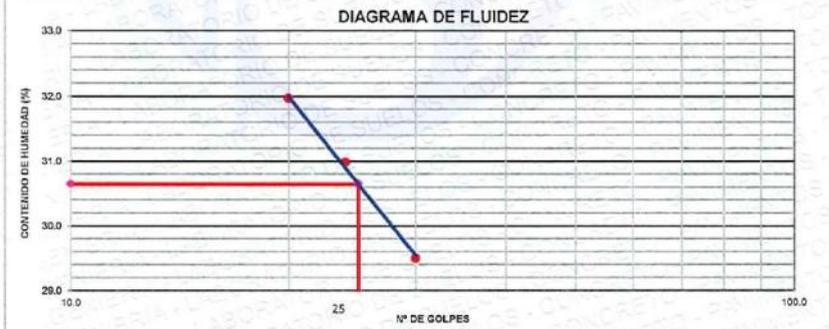
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		18.10	16.39	18.12
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		15.69	14.05	15.16
PESO DE AGUA (g)		2.41	2.34	2.96
PESO DEL TARRO (g)		7.52	6.50	5.90
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.17	7.55	9.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		29.50	30.99	31.97
NUMERO DE GOLPES		30	24	20

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		20.56	18.95
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		19.56	16.56
PESO DE AGUA (g)		1.00	2.39
PESO DEL TARRO (g)		14.00	3.35
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.56	13.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.99	18.09

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	30.7
LIMITE PLASTICO	18.0
INDICE DE PLASTICIDAD	12.6

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
**Sumi Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado Profesional al Perú Reg. Nº 12448

Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000750

LAB. SUNING	
S.E.	PM
N.º E.	088
PAG. 1 de 1	

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

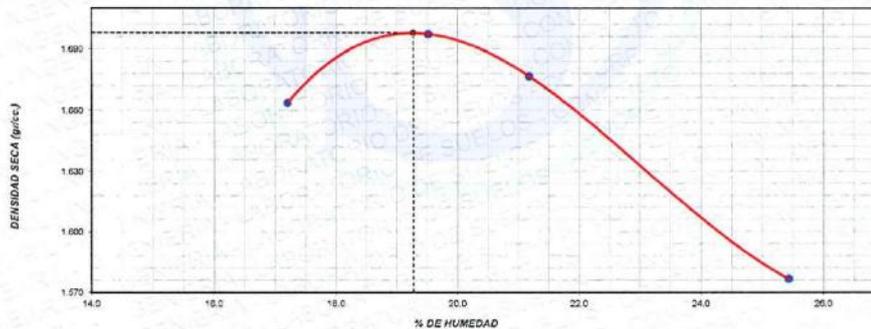
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"		
PETICIONARIO	: BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	ING. RESPONSABLE :	D.S.H
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021
		F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN	PROFUNDIDAD(m)	0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.950	2.029	2.032	1.978
Contenido de agua	%	17.2	19.5	21.2	25.4
Densidad Seca	gr/cc	1.664	1.697	1.677	1.577
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		—	27
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0				
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0				
Método de Ensayo:	A	Método de Preparación Humedo			

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.652	kN/m <sup>3</sup>		
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.698	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima:	19.3 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

Daniel Sumi Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Cargo de Ingenero de Perú No. 121413

\* Esta firmadamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la errónea interpretación de los resultados aquí descritos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000757

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING

S.E. CBR  
N° E. 110

PAG. 1 - 2

OBRA : \*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA\*  
 PETICIONARIO : BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : PROPIO - NATURAL SIN ADICION PROFUNDIDAD : 0.50 m.  
 LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-2

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

Molde Nº	4		5		6	
	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	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	13,265	13,340	13,450	13,640	12,915	13,140
Peso molde (gr.)	9,941	9,941	9,225	9,225	8,825	8,825
Peso suelo compactado (gr.)	4,324	4,399	4,225	4,415	4,090	4,315
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,123	2,123	2,124	2,124	2,127	2,127
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,037	2,072	1,989	2,079	1,923	2,029
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,897	1,716	1,656	1,699	1,609	1,647

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	4	5	6
Peso de tara (gr.)	24.7	24.6	24.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	147.9	137.5	131.6
Tara + suelo seco (gr.)	127.3	116.1	114.1
Peso de agua (gr.)	20.6	19.4	17.5
Peso de suelo seco (gr.)	102.7	93.6	89.9
Humedad (%)	20.0	20.8	19.4

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12-May	16:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13-May	16:00	24	0.009	0.23	0.20	0.032	0.82	0.70	0.041	1.04	0.90
14-May	16:00	48	0.015	0.38	0.33	0.039	0.99	0.85	0.055	1.65	1.42
15-May	16:00	72	0.021	0.53	0.46	0.041	1.04	0.90	0.099	2.51	2.16
16-May	16:00	96	0.039	0.99	0.85	0.051	1.30	1.11	0.102	2.59	2.23

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde Nº 4				Molde Nº 5				Molde Nº 6			
		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		9	0.4			11	0.5			7	0.3		
0.050		35	1.7			32	1.6			29	1.4		
0.075		65	3.2			56	2.8			39	1.9		
0.100	70.307	80	3.9	5.4	7.7	71	3.5	4.9	7.0	55	2.7	3.3	4.7
0.150		121	6.0			109	5.4			74	3.7		
0.200	105.460	136	6.7	8.6	8.2	121	6.0	7.7	7.3	85	4.2	5.2	4.9
0.300		168	8.3			152	7.5			109	5.4		
0.400		192	9.5			183	9.0			127	6.3		
0.500		211	10.4			199	9.8			132	6.5		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el Peticionario.

**Daniel Sumi Huaracha**  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado Profesional en el Perú N° 135475

000758

\* Queda totalmente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

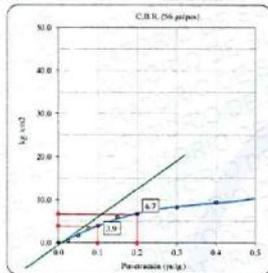
\*\* El usuario es el único responsable del mal uso, ni se encarga de la interpretación de los resultados aquí declarados.

\*\*\* Los resultados de este informe tienen validez solamente en el espécimen examinado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

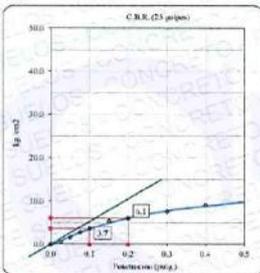
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 01 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		Nº E.	110
PAG 2 DE 2			
OBRA :	"APLICACION DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI :	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0902-7329-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACION :	BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISION :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL :	PROPIO - NATURAL SIN ADICION	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR :	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA :	C-1		
MUESTRA :	M-2		

**Datos de muestra**

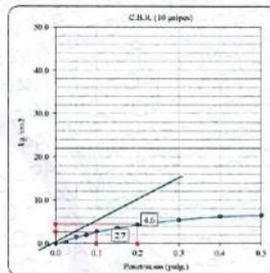
Máxima Densidad Seca 1.596 gr/cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 19.3 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.513 gr/cm<sup>3</sup>



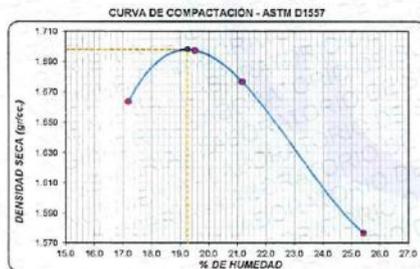
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 5.5 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 5.2 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES : 3.8 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 5.5 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1' : 4.2 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 6.4 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2' : 4.4 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Quispe*  
 EDWIN QUISPE COCOLLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Depto de Ingenieros del Perú Reg. N° 121178

000759

Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El autor no se hace responsable del mal uso, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.128:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S. E.	AGT
N.º E.	142
PAG 1 - 1	

**OBRA / PROYECTO** : \*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA\*

**PETICIONARIOS** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

**UBICACION** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**ING. RESPONSABLE** : D.S.H.

**F. INGRESO** : 10 de Agosto de 2021

**F. EMISION** : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** : PROPIO - NATURAL SIN ADICION **TAMAÑO MAXIMO** : N° 4

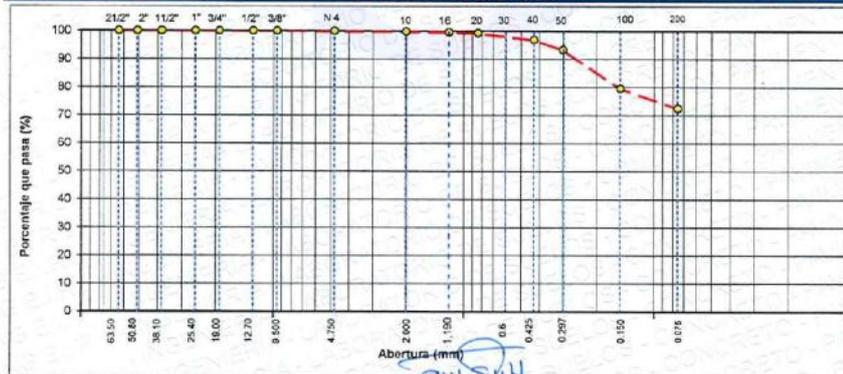
**LUGAR** : CIRCUNVALACION II, JULIACA **PESO INICIAL** : 7987.5

**CALICATA** : C-1 **FRACCION SECA** : 545.6

**MUESTRA** : M-3 **PROFUND. (M.)** : 0.50 m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES GRADACION A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.80						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 32.1
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): 19.3
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): 12.8
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasificación(SUCS): CL
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Clasific.(AASHTO): A-6 (9)
Nº 4	4.750	1.9	0.0	0.0	100.0		
Nº 6	2.360						
Nº 10	2.000	1.0	0.2	0.2	99.8		Contenido de Humedad (%): 29.37
Nº 16	1.190	1.6	0.3	0.5	99.5		
Nº 20	0.840	1.2	0.2	0.7	99.3		Índice de Consistencia
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	12.9	2.4	3.1	96.9		
Nº 50	0.300	19.5	3.6	8.7	93.3		
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	74.6	13.7	20.3	79.7		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	39.1	7.2	27.5	72.5		
< Nº 200	FONDO	395.7	72.5	100.0	0.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 EDWIN QUISPE COLLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio Registrado al No. Reg. V 124745

\* Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000780

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(Normas Nacionales: MTC E 105, NTP 339.127-1996)

OBRA "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7626-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACION PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMESIÓN : 31 de Agosto de 2021

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CHN
N° E.	076
PAG 1 - 1	

#### DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN	CALICATA	: C-1
		MUESTRA	: M-3
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	PROFUND. (M.)	: 0.50 m.

MUESTRA	1	2			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	187.6	187.5			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	154.6	151.2			
PESO DE CAPSULA (gr.)	41.3	28.6			
PESO DEL AGUA	33.0	36.3			
PESO DE SUELO SECO	113.3	122.6			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29.11	29.64			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 29.4

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
 Edwin Quispe Colla  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú N° 121495

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000761

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	144
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA" **ING. RESPONSABLE :** D.S.H.

**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442) **F. EJECUCION :** 10 de Agosto de 2021

: BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) **F. EMISION :** 31 de Agosto de 2021

**UBICACION** : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>MATERIAL</b>	PROPIO - NATURAL SIN ADICIÓN	<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>LUGAR</b>	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	<b>MUESTRA</b>	: M-3
		<b>PROFUND. (M.)</b>	: 0.50 m.

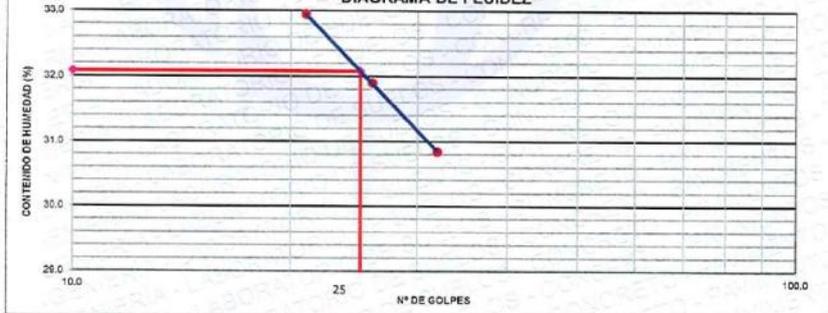
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	17.10	17.39	17.12	/
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	14.59	15.02	14.56	
PESO DE AGUA	(g)	2.51	2.37	2.56	
PESO DEL TARRO	(g)	6.45	7.59	6.79	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.14	7.43	7.77	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.84	31.90	32.95	
NUMERO DE GOLPES		32	26	21	

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	19.56	19.96	/
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	16.26	17.58	
PESO DE AGUA	(g)	1.30	2.37	
PESO DEL TARRO	(g)	11.53	5.33	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.73	12.26	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.32	19.33	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	32.1
LIMITE PLASTICO	19.3
INDICE DE PLASTICIDAD	12.8

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. Nº 10179

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000762

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

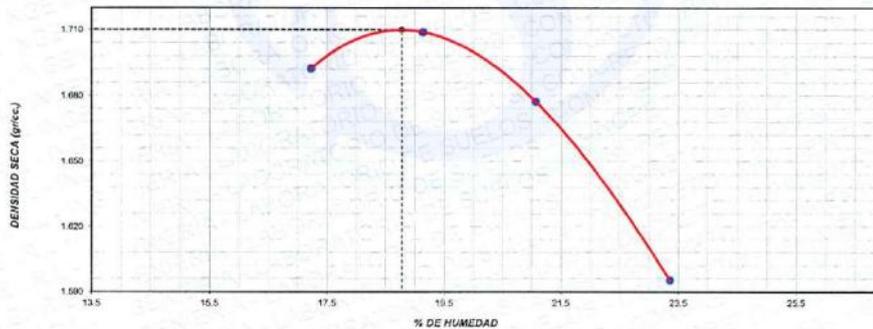
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"		
PETICIONARIO	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021
		F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: PROPIO - NATURAL SIN ADICION	PROFUNDIDAD(m)	0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-3		

Volumen Molde	540	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.984	2.036	2.031	1.968
Contenido de agua	%	17.2	19.1	21.1	23.4
Densidad Seca	gr/cc	1.692	1.709	1.677	1.595
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	29
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.769	kN/m <sup>3</sup>		
MAXIMA DENSIDA SECA	1.710	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima:	18.8 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**Daniel Sani Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Coleg. N.º 10479

\* Esta información prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000763

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

OBRA		*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	ING. RESPONSABLE	D.S.H.
UBICACION	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EJECUCION	10 de Agosto de 2021
		F. EMISION	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	PROPIO - NATURAL SIN ADICION	PROFUNDIDAD	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-3		

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
N° E.	111
PAG. 1 - 2	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Moide N°	7		8		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.)	12.400	12.485	12.890	12.775	12.620	12.810
Peso molde (gr.)	8.030	8.030	8.405	8.405	8.520	8.520
Peso suelo compactado (gr.)	4.370	4.455	4.285	4.370	4.100	4.290
Volumen del molde (cm³)	2.129	2.129	2.123	2.123	2.116	2.116
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.053	2.093	2.018	2.058	1.938	2.027
Densidad Seca (gr./cm³)	1.727	1.749	1.704	1.727	1.635	1.659

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	21.0	22.6	22.2	21.1	24.6	23.5
Tara + suelo húmedo (gr.)	145.3	135.5	128.7	117.5	157.8	127.5
Tara + suelo seco (gr.)	125.6	116.9	112.1	102.0	137.0	108.6
Peso de agua (gr.)	19.7	18.6	16.6	15.5	20.8	18.9
Peso de suelo seco (gr.)	104.6	94.3	89.9	80.9	112.4	85.1
Humedad (%)	18.8	19.7	18.5	19.2	18.5	22.2

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12-May	16:00	5	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13-May	16:00	24	0.005	0.13	0.11	0.025	0.84	0.55	0.054	1.37	1.18
14-May	16:00	48	0.012	0.30	0.26	0.034	0.86	0.74	0.061	1.55	1.33
15-May	16:00	72	0.018	0.46	0.39	0.031	0.79	0.68	0.089	2.26	1.95
16-May	16:00	96	0.026	0.74	0.63	0.049	1.24	1.07	0.097	2.45	2.12

PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 7				Moide N° 8				Moide N° 9			
		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		14	0.7			15	0.7			13	0.6		
0.050		39	1.9			37	1.8			35	1.7		
0.075		70	3.5			61	3.0			47	2.3		
0.100	70.307	84	4.1	5.4	7.7	76	3.7	4.9	7.0	61	3.0	3.3	4.7
0.150		126	6.2			114	5.6			59	2.9		
0.200	105.480	141	7.0	8.6	8.2	126	6.2	7.7	7.3	95	4.7	5.2	4.9
0.300		173	8.5			157	7.7			125	6.2		
0.400		203	10.0			193	9.5			141	7.0		
0.500		215	10.6			204	10.1			149	7.4		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



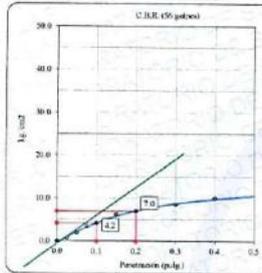
000764

Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El responsable de los hechos suscritos en el presente, es la correcta presentación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados aquí declarados solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

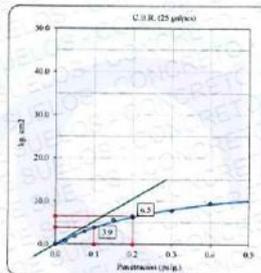
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	111
PÁG. 2 DE 2			
OBRA	: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
	: BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL	PROPIO - NATURAL SIN ADICION	PROFUNDIDAD m	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-3		

**Datos de muestra**

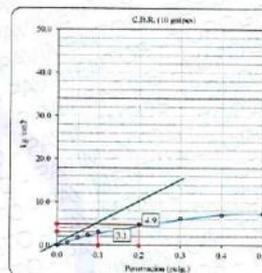
Maxima Densidad Seca 1,710 gr./cm<sup>3</sup>  
 Maxima Densidad Seca al 95% 1,625 gr./cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad 19,8 %



C.B.R. (0.1') 99 GOLPES :

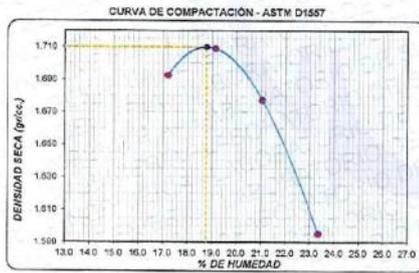


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES :



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

4.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" 6.0 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" 4.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" 6.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" 4.8 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



000760

Quispe Ccolla Edwin  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Registro de Profesionales N° 12449

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	129
PAG 1 - 1	

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
 Peticionario : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	CALICATA	: C-1
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	MUESTRA	: M-1
		PROFUND. (M.)	: 0.50 m

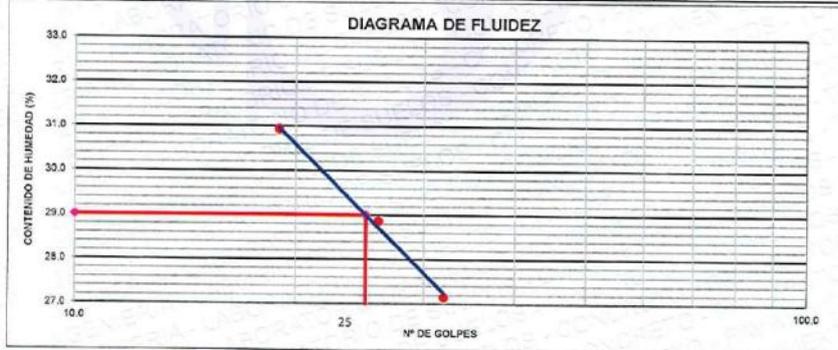
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.93	34.55	41.17
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	33.16	31.53	37.20
PESO DE AGUA	(g)	2.83	3.02	3.97
PESO DEL TARRO	(g)	22.70	21.09	24.37
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.40	10.45	12.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.16	28.87	30.94
NUMERO DE GOLPES		32	26	19

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	18.92	17.72
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	17.21	16.18
PESO DE AGUA	(g)	1.71	1.54
PESO DEL TARRO	(g)	7.54	7.52
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.67	8.65
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.68	17.78

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	29.0
LIMITE PLASTICO	17.7
INDICE DE PLASTICIDAD	11.3

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 Juan Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Depto. de Ingenieros N° 12493

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000766

SLAB - Rev. 002 - 2021  
**LAB. SUNING**

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

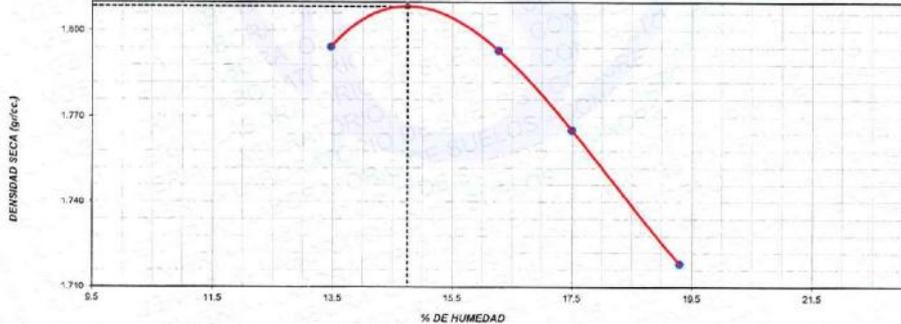
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE : D.S.H. F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-1	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>	
Peso Molde	3576	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.036	2.065	2.074	2.050
Contenido de agua	%	13.5	16.3	17.5	19.3
Densidad Seca	gr/cc	1.794	1.793	1.765	1.718
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
		G. Fracción Sobretamano		---	28
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0			Método de Preparación	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0			Humedo	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0				
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m3)	17.735	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.809	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 14.8 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario

  
**Dianet Suni Hearacha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 131478

\* Esta formalmente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000767

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 01 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
Nº.E.	096
MA 1 - 2	

OBRA : \*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA\*

PETICIONARIO : BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)      ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACION : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X)      F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 6%      PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-1

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
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.)	13,389	13,480	13,550	13,750	13,000	13,245
Peso molde (gr.)	9,941	9,941	9,225	9,225	8,825	8,825
Peso suelo compactado (gr.)	4,428	4,539	4,325	4,525	4,175	4,520
Volumen del molde (cm³)	2,123	2,123	2,124	2,124	2,127	2,127
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,086	2,138	2,036	2,130	1,963	2,125
Densidad Seca (gr./cm³)	1,812	1,828	1,770	1,791	1,712	1,747

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	26.4	22.5	26.1	23.1	25.5	23.6
Tara + suelo húmedo (gr.)	163.7	112.1	127.9	105.5	134.7	149.6
Tara + suelo seco (gr.)	145.7	99.1	115.0	92.4	120.9	127.2
Peso de agua (gr.)	18.0	13.0	12.9	13.1	13.8	22.4
Peso de suelo seco (gr.)	119.4	76.6	88.9	69.3	94.4	103.5
Humedad (%)	15.1	17.0	14.5	18.9	14.7	21.6

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansion		Dial 0.001"	Expansion		Dial 0.001"	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
13-Ago	16:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14-Ago	16:30	24	0.017	0.43	0.37	0.050	1.27	1.08	0.070	1.78	1.53
15-Ago	16:30	48	0.026	0.66	0.57	0.064	1.63	1.40	0.066	2.49	2.14
16-Ago	16:30	72	0.030	0.76	0.65	0.072	1.83	1.57	0.110	2.79	2.40
17-Ago	16:30	96	0.033	0.84	0.72	0.075	1.93	1.66	0.114	2.90	2.49

PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		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		8	0.4			10	0.5			7	0.3		
0.050		35	1.7			32	1.6			25	1.3		
0.075		85	4.2			65	3.2			45	2.2		
0.100	70.307	131	6.5	5.4	7.7	96	4.7	4.9	7.0	76	3.7	3.3	4.7
0.150		200	9.8			153	7.5			95	4.7		
0.200	105.480	252	12.4	8.6	8.2	195	9.6	7.7	7.3	125	6.2	5.2	4.9
0.300		320	15.8			223	11.0			165	8.1		
0.400		401	19.8			296	14.6			206	10.2		
0.500		425	21.0			312	15.4			235	11.6		

OBSERVACIONES : \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



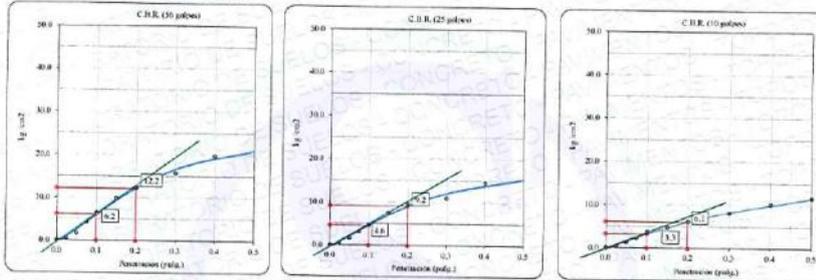
000768

Este documento reproduce la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
El responsable de la información del material, es la incorrecta interpretación de los resultados aquí mostrados.  
Este documento es una copia controlada, almacenada en el sistema electrónico y no debe ser utilizada como un certificado de conformidad de productos o servicios de aspecto de calidad de la entidad que lo produce.

GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 091 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N.º E.	096
OBRA :	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI :	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN :	BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL :	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR :	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA :	C-1		
MUESTRA :	M-1		

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca  $1.809 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.716 \text{ gr/cm}^3$   
 Último Contenido de Humedad  $14.8 \%$

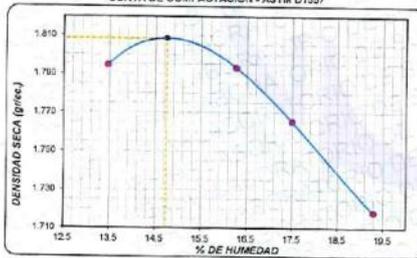


C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 8.8 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 6.5 %

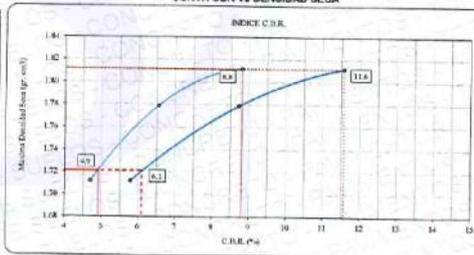
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 4.7 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 8.8 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 4.9 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 11.8 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 6.1 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
**Diana Soto Huarecha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú Reg. N° 121479

000769

Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, distribuido o utilizado sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
 El usuario no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí expresados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	130
PAS 1 - 1	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0003-0002-7829-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5% CALICATA : C-1  
 LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-2  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

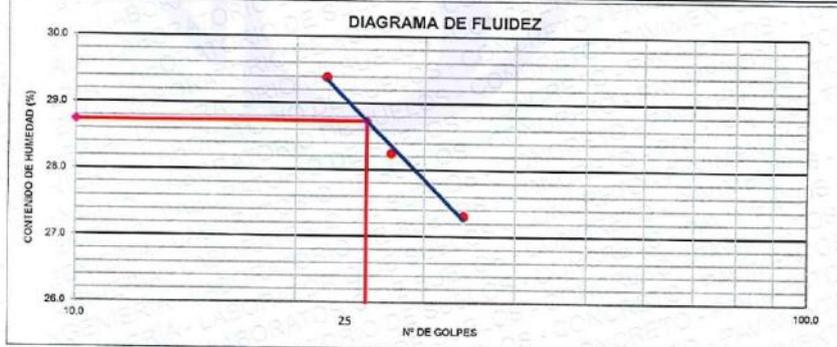
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		36.64	38.70	37.73
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		33.65	35.57	34.30
PESO DE AGUA (g)		3.19	3.13	3.43
PESO DEL TARRO (g)		21.97	24.51	22.63
PESO DEL SUELO SECO (g)		11.68	11.06	11.67
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		27.31	28.25	29.39
NUMERO DE GOLPES		34	27	22

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		32.00	32.93
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30.75	31.52
PESO DE AGUA (g)		1.25	1.41
PESO DEL TARRO (g)		23.62	23.49
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.13	8.03
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		17.53	17.56

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	28.7
LIMITE PLASTICO	17.6
INDICE DE PLASTICIDAD	11.2

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en el laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 JOHON CESAR CORNEJO PARI  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. Nº 12478

009770

- \* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.
- \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N.º E. 074

Pág. 1 de 1

OBRA: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X)

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%

LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

PROFUNDIDAD(m): 0.50 m.

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3676	gr.

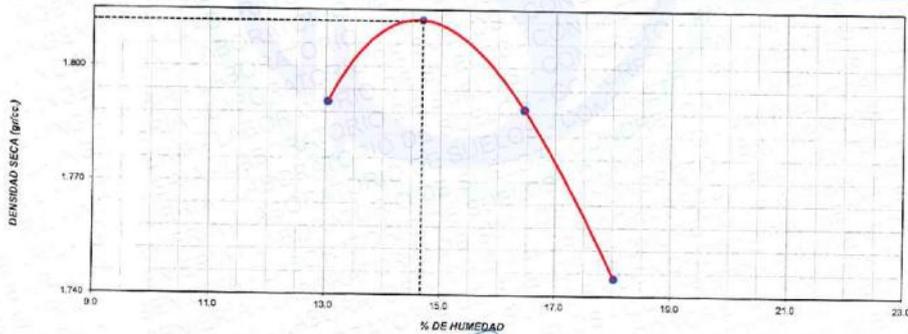
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.024	2.079	2.084	2.059
Contenido de agua	%	13.0	14.7	16.5	18.0
Densidad Seca	gr/cc	1.791	1.812	1.789	1.745

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			
Método de Ensayo:	A			Método de Preparación
				Humedo

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.770	kN/m <sup>3</sup>
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.812	gr/cm <sup>3</sup>
		Contenido Humedad Optima: 14.7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el petionario.

**Diana Susi Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Legajo: 11.000.000.000.000.000

\* Este firmadamente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni se hace responsable de la interpretación de los resultados aquí descritos.  
 \* Los resultados de este informe solo valen relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000771

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
Nº E	097

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)      ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACIÓN : BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X)      F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%      PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALIGATA : C-1

MUESTRA : M-2

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	15		8		7	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,758	12,850	12,775	12,920	12,225	12,500
Peso molde (gr.)	8,344	8,344	8,405	8,405	8,030	8,030
Peso suelo compactado (gr.)	4,414	4,506	4,370	4,515	4,195	4,470
Volumen del molde (cm³)	2,112	2,112	2,123	2,123	2,129	2,129
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,090	2,134	2,058	2,127	1,970	2,100
Densidad Seca (gr./cm³)	1,812	1,824	1,784	1,815	1,715	1,780

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	30.0	23.8	25.6	23.7	22.5	23.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	119.9	114.8	184.3	113.8	143.7	127.0
Tara + suelo seco (gr.)	108.0	101.6	163.9	100.6	128.0	110.3
Peso de agua (gr.)	12.0	13.2	20.4	13.2	15.7	16.7
Peso de suelo seco (gr.)	78.0	77.8	138.3	76.9	105.5	98.8
Humedad (%)	15.3	17.0	14.8	17.2	14.9	19.3

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13-Ago	16:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14-Ago	16:30	24	0.013	0.33	0.28	0.027	0.69	0.59	0.062	1.57	1.35
15-Ago	16:30	45	0.018	0.45	0.39	0.033	0.84	0.72	0.065	1.65	1.42
16-Ago	16:30	72	0.020	0.51	0.44	0.038	0.97	0.83	0.069	1.75	1.51
17-Ago	16:30	95	0.023	0.58	0.50	0.042	1.07	0.92	0.070	1.78	1.53

PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde Nº 15				Molde Nº 8				Molde Nº 7			
		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		11	0.5			6	0.3			7	0.3		
0.050		37	1.8			22	1.1			20	1.0		
0.075		84	4.1			37	1.8			35	1.7		
0.100	70.307	122	6.0	5.4	7.7	51	2.5	4.9	7.0	60	3.0	3.3	4.7
0.150		186	9.2			144	7.1			100	4.9		
0.200	105.460	238	11.7	8.6	9.2	193	9.5	7.7	7.3	135	6.7	5.2	4.9
0.300		322	15.9			272	13.4			160	7.9		
0.400		377	18.6			342	16.6			235	11.6		
0.500		425	21.5			388	19.1			266	13.1		

OBSERVACIONES: \*Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
**Diana Suni Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú, Reg. N° 121478

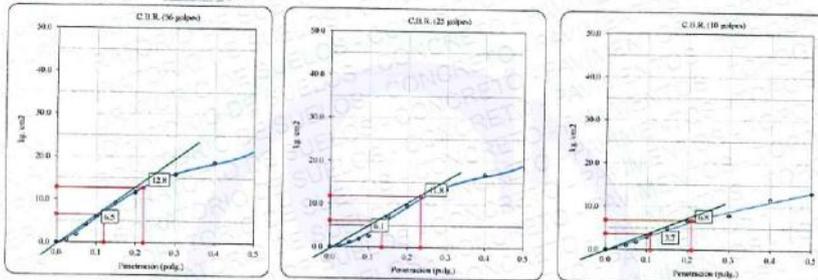
000772

Este informe es el producto de la reproducción personal o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El usuario debe ser responsable del mal uso, no la responsabilidad de SUNING E.I.R.L. en la incorrecta interpretación de los resultados aquí mostrados.  
 Los resultados de este informe son válidos únicamente si se aplican en el sistema de gestión de calidad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de un sistema de gestión de calidad de la entidad que lo produce.

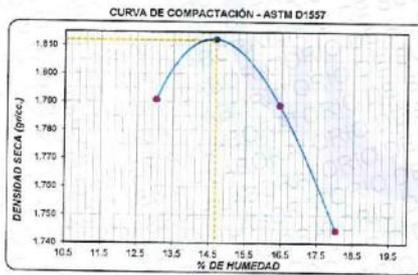
<b>GRAFICO - (C.B.R.)</b> (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		SLAB - Rev. 097 - 2019
		LAB. SUNING
		S.E. CBR
		N° E. 097
<small>PROJ. 2-13</small>		
OBRA :	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI :	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7929-4442) BACH. EDWIN QUIISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1168-705X)	F. EJECUCIÓN : 10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN :	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL :	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR :	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA :	C-1	
MUESTRA :	M-2	

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.612 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 14.7 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.721 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 9.2 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 8.7 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 5.3 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 9.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 5.3 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 12.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 6.6 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



000773

El cliente garantiza haber revisado la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o cantidades de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº E.	134
PAG 1 - 1	

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

**UBICACIÓN** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**ING. RESPONSABLE** : D.S.H.  
**F. EJECUCION** : 10 de Agosto de 2021  
**F. EMISIÓN** : 31 de Agosto de 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MATERIAL</b>	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>LUGAR</b>	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	<b>MUESTRA</b>	: M-3
		<b>PROFUND. (M.)</b>	: 0.50 m

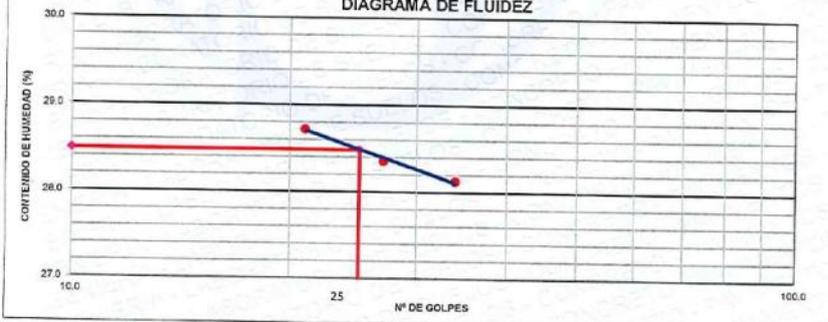
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.65	37.70	36.72
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.98	34.85	33.59
PESO DE AGUA	(g)	2.67	2.85	3.13
PESO DEL TARRO	(g)	22.49	24.80	22.69
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.49	10.05	10.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.13	28.36	28.72
NUMERO DE GOLPES		34	27	21

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.00	29.00
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	28.90	28.03
PESO DE AGUA	(g)	1.10	0.97
PESO DEL TARRO	(g)	22.63	22.49
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.27	5.54
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.54	17.51

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	28.5
LIMITE PLASTICO	17.5
INDICE DE PLASTICIDAD	11.0

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

- \* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.
- \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados que se deriven.
- \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de un sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING	
S.E.	PM
N.º E	078
PAG 1 - 1	

OBRA	* APLICACION DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
PETICIONARIO	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
UBICACIÓN	: BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021
	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 6%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-3	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

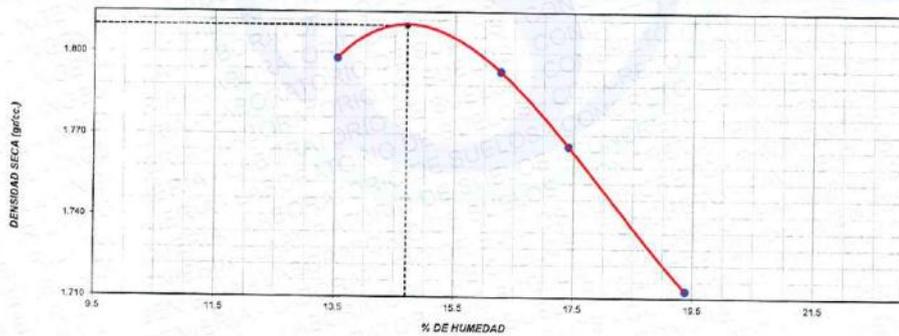
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.041	2.085	2.073	2.045
Contenido de agua	%	13.5	16.3	17.4	19.4
Densidad Seca	gr/cc	1.798	1.793	1.766	1.713

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	100.0		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	---		---	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	---		---	
Método de Ensayo:	A	---		---	

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.750	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.810	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima: 14.7 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
Dinet Sum Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio: El Ingeniero del Perú (Nº 121129)

\* Esta información es prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso de la información interpretada de los resultados aquí enunciados.  
\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000775

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

LAB - Rev. 001 - 2019  
LAB. SUNING  
S.E. CBR  
N.º E. 101

OBRA : APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

PETICIONARIO : BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7820-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACIÓN : BACH. EDWIN QUISPE COCLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5% PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-3

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

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Moide N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,150	13,290	13,135	13,345	13,230	13,560
Peso molde (gr.)	8,742	8,742	8,804	8,804	9,040	9,040
Peso suelo compactado (gr.)	4,413	4,548	4,331	4,541	4,190	4,520
Volumen del molde (cm³)	2,119	2,119	2,123	2,123	2,124	2,124
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,083	2,146	2,040	2,139	1,973	2,128
Densidad Seca (gr./cm³)	1,820	1,832	1,782	1,790	1,721	1,750

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	26.5	22.1	26.1
Tara + suelo húmedo (gr.)	162.8	111.3	127.9
Tara + suelo seco (gr.)	145.6	88.3	115.0
Peso de agua (gr.)	17.2	13.1	12.9
Peso de suelo seco (gr.)	119.1	76.2	88.9
Humedad (%)	14.4	17.1	14.5

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Expansión		Expansión	
				mm	%	mm	%	mm	%
13-Ago	16:30	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-Ago	16:30	24	0.015	0.38	0.33	0.048	1.22	1.05	0.089
15-Ago	16:30	48	0.021	0.53	0.46	0.062	1.57	1.35	0.089
16-Ago	16:30	72	0.029	0.74	0.63	0.078	1.98	1.70	0.102
17-Ago	16:30	96	0.035	0.89	0.77	0.081	2.06	1.77	0.115

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 1								Moide N° 2				Moide N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		14	0.7			15	0.7			12	0.6						
0.050		40	2.0			37	1.8			30	1.5						
0.075		90	4.4			70	3.5			50	2.5						
0.100	70.307	136	6.7	5.4	7.7	101	5.0	4.9	7.0	81	4.0	3.3	4.7				
0.150		205	10.1			157	7.7			100	4.9						
0.200	105.450	257	12.7	8.6	8.2	200	9.9	7.7	7.3	130	6.4	5.2	4.9				
0.300		325	16.0			228	11.2			170	8.4						
0.400		406	20.0			301	14.9			211	10.4						
0.500		430	21.2			317	15.6			241	11.9						

OBSERVACIONES: \*Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



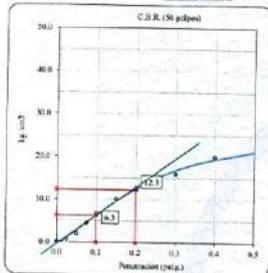
000776

Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, copiado, distribuido o utilizado en forma alguna sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
El contenido de este documento es responsabilidad del autor, no se hace responsable de los resultados aquí declarados.  
Este documento es una copia impresa de un archivo digital y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de gestión de calidad de la entidad que lo produce.

GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	=CBR15Q56
OBRA :	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI :	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN :	BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL :	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 5%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR :	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA :	C-1		
MUESTRA :	M-3		

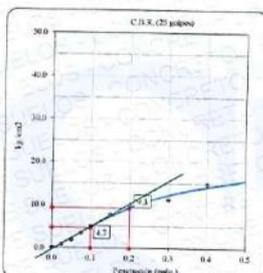
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.810 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 14.7 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.720 gr/cm<sup>3</sup>



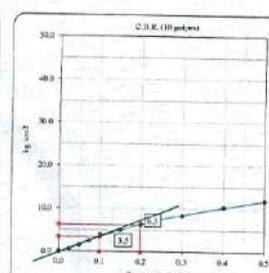
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

9.0 %



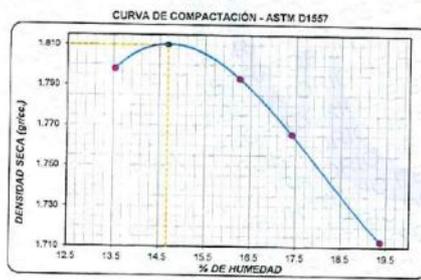
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :

8.7 %

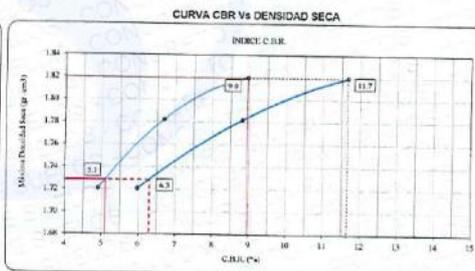


C.B.R. (0.1") 10 GOLPES :

4.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"      9.0 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1"      5.1 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2"      11.7 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2"      8.3 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**SUNING**  
 Dignos San Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 123475

000777

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	131
PAG 1 - 1	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA\*  
 PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 UBICACIÓN: BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%  
 LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA: C-1  
 MUESTRA: M-1  
 PROFUND. (M.): 0.50 m

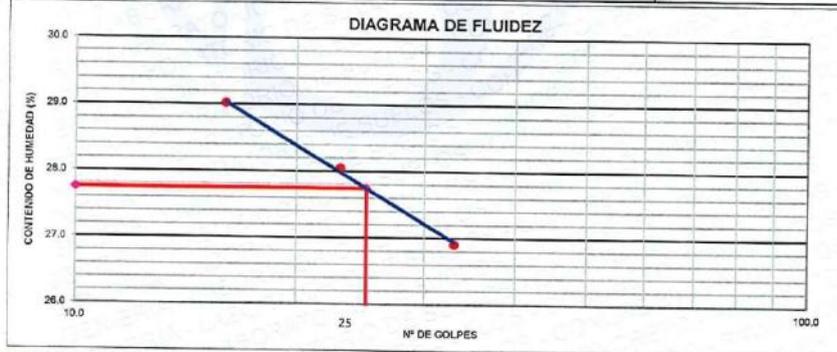
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19.31	19.24	20.81
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		16.83	16.70	17.84
PESO DE AGUA (g)		2.49	2.54	2.97
PESO DEL TARRO (g)		7.59	7.65	7.60
PESO DEL SUELO SECO (g)		9.24	9.06	10.24
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.91	28.05	29.02
NUMERO DE GOLPES		33	23	16

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		36.75	35.38
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		34.74	33.32
PESO DE AGUA (g)		2.01	2.06
PESO DEL TARRO (g)		22.74	21.04
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.00	12.28
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		16.75	16.78

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	27.8
LIMITE PLASTICO	16.8
INDICE DE PLASTICIDAD	11.0

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 Daniel Sami Huarcaba  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º Prof. Reg. 121476

000778

\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 077

PAG 1 - 1

OBRA : \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA\*

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X)

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7% PROFUNDIDAD(m) : 0,50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-1

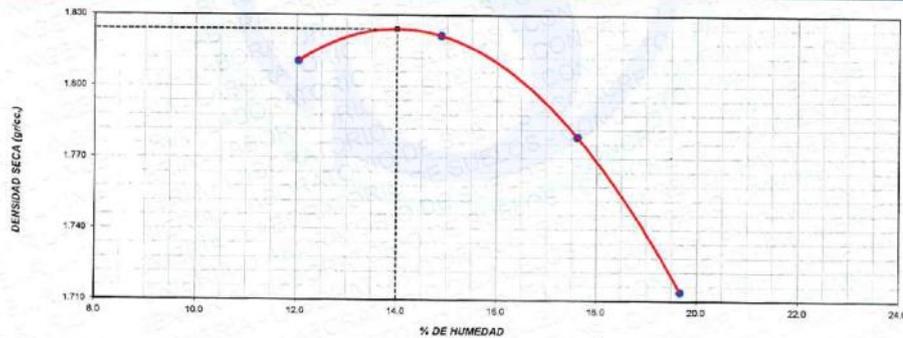
Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.029	2.093	2.093	2.051
Contenido de agua	%	12.0	14.9	17.6	19.7
Densidad Seca	gr/cc	1.811	1.821	1.779	1.714

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	100.0		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	---		Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			Humedo	
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.887	kN/m <sup>3</sup>
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.824	gr/cm <sup>3</sup>
		Contenido Humedad Óptima: 14.0 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 Daniel Suni Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 131476

\* Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* Elaboración no se hace responsable de mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000779

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2018  
LAB. SUNING  
S.E. CBR  
N° E. 058

OBRA : APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA  
 PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7% PROFUNDIDAD : 0.50 m.  
 LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-1

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	56	25	25	10	10	5
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,160	13,200	13,200	13,250	13,245	13,414
Peso molde (gr.)	8,742	8,742	8,804	8,804	9,040	9,040
Peso suelo compactado (gr.)	4,418	4,458	4,396	4,446	4,205	4,374
Volumen del molde (cm³)	2,119	2,119	2,123	2,123	2,124	2,124
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,085	2,104	2,071	2,094	1,980	2,059
Densidad Seca (gr./cm³)	1,826	1,806	1,811	1,787	1,734	1,725

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	16.3	27.0	24.1
Tara + suelo húmedo (gr.)	88.0	100.8	122.2
Tara + suelo seco (gr.)	79.1	90.4	109.9
Peso de agua (gr.)	8.9	10.5	12.3
Peso de suelo seco (gr.)	62.8	63.3	95.8
Humedad (%)	14.2	16.5	14.3

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"			Dial 0.001"			Dial 0.001"		
			Expansion mm	Expansion %	Expansion mm	Expansion %	Expansion mm	Expansion %			
17-Jul	13:30	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
18-Jul	13:30	24	0.024	0.81	0.53	0.031	0.79	0.68	0.059	1.50	1.29
19-Jul	13:30	48	0.039	0.99	0.85	0.047	1.19	1.03	0.075	1.91	1.64
20-Jul	13:30	72	0.049	1.24	1.07	0.054	1.37	1.18	0.083	2.11	1.82
21-Jul	13:30	96	0.050	1.27	1.09	0.059	1.50	1.29	0.085	2.16	1.86

**PENETRACION**

Penetración (DIN)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		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		3	0.2			9	0.4			11	0.6		
0.050		15	0.7			36	1.8			32	1.6		
0.075		43	2.1			82	4.0			65	3.2		
0.100	70.307	99	4.4	5.4	7.7	120	5.9	4.9	7.0	105	5.2	3.3	4.7
0.150		194	9.1			181	8.9			136	6.7		
0.200	105.450	224	11.0	8.6	8.2	231	11.4	7.7	7.3	185	9.1	6.2	4.9
0.300		318	15.7			301	14.9			232	11.4		
0.400		384	19.0			356	17.5			295	14.8		
0.500		453	22.3			391	19.3			310	15.3		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
 Daniel Sani Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 12107

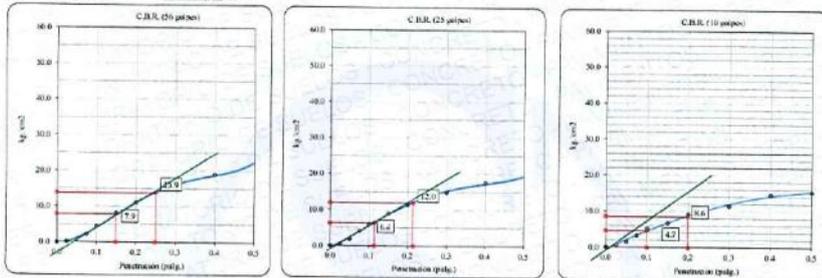
000730

Se prohíbe expresamente la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El presente documento es responsabilidad del emisor, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están válidos para el espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

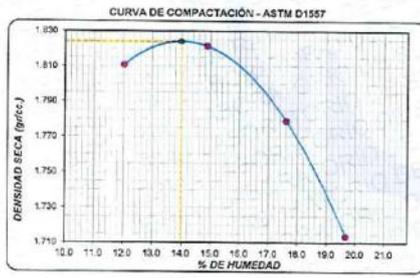
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S. E.	CBR
		N.º E.	098
PÁG. 2 DE 2			
OBRA	: *APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
	: BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X)		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%		PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1		

**Datos de muestra**

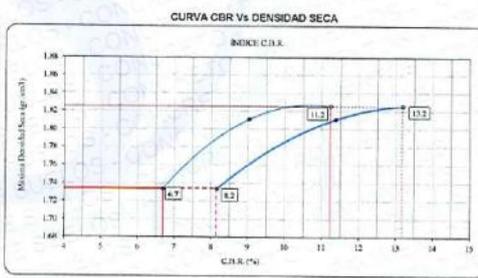
Máxima Densidad Seca  $1.824 \text{ gr/cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.733 \text{ gr/cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $14.0 \%$



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 11.2 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 9.0 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 6.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 11.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 6.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 13.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 8.2 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Qui Suni*  
 Diócesis Sumi Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121 079

000781

Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 Elaboración: no se hace responsable del mal uso, de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados siempre informo solo están relacionados al establecimiento ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o componentes de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	135
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"  
**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
: BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
**UBICACION** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**ING. RESPONSABLE** : D.S.H.  
**F. EJECUCION** : 10 de Agosto de 2021  
**F. EMISION** : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>MATERIAL</b>	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%	<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>LUGAR</b>	CIRCUNVALACION II, JULIACA	<b>MUESTRA</b>	: M-2
		<b>PROFUND. (M.)</b>	: 0.50 m

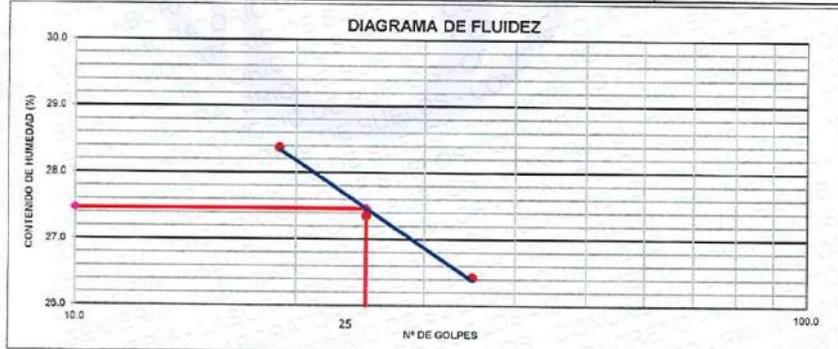
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	18.31	18.24	19.81
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.86	15.75	16.89
PESO DE AGUA	(g)	2.45	2.49	2.92
PESO DEL TARRO	(g)	6.59	6.65	6.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.27	9.10	10.29
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.43	27.36	28.38
NUMERO DE GOLPES		35	25	19

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.75	34.38
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	33.65	32.32
PESO DE AGUA	(g)	2.10	2.06
PESO DEL TARRO	(g)	21.05	19.95
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.60	12.37
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.67	16.65

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	27.5
LIMITE PLASTICO	16.7
INDICE DE PLASTICIDAD	10.8

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Colla*  
DIPLOMADO EN INGENIERIA  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Peru No. 121475

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000782

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021	
LAB. SUNING	
S.E.	PM
N° E.	081
PAG. 1 - 1	

OBRA : "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D. S.H.  
 F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7% PROFUNDIDAD(m) : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-2

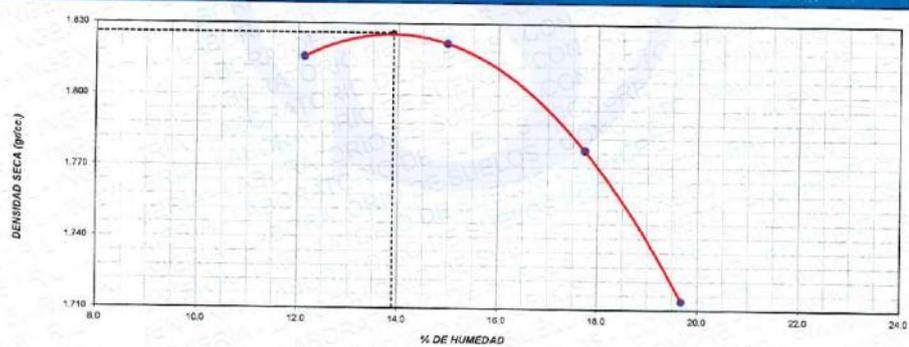
Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>	
Peso Molde	3576	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.036	2.085	2.093	2.051
Contenido de agua	%	12.1	15.0	17.7	19.7
Densidad Seca	gr/cc	1.816	1.822	1.777	1.714

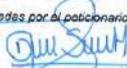
SELECCION DE METODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		28	
% Ret. Tamiz 2/8 in.:	0.0			Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			Humedo	
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.907	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.826	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 13.9 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
**Daniel Sani Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. 77131475

\* Este formalmente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí obtenidos.  
 \* Los resultados de este informe solo valen relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000783

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145-1999)

OBRA	*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE CIRCUNVALACION II, JULIACA*	
PETICIONARIO	BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021 F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%	PROFUNDIDAD 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA	
CALCATA	C-1	
MUESTRA	M-2	

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
Nº.E.	103

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

	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	4	5	5	6	6	6
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	56	25	25	10	10	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,365	13,400	13,690	13,725	13,020	13,150
Peso molde (gr.)	8,941	8,941	9,225	9,225	8,825	8,825
Peso suelo compactado (gr.)	4,424	4,459	4,365	4,500	4,195	4,325
Volumen del molde (cm³)	2,123	2,123	2,124	2,124	2,127	2,127
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,064	2,100	2,055	2,119	1,972	2,033
Densidad Seca (gr./cm³)	1,828	1,808	1,802	1,789	1,726	1,767

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	4	5	5	6	6	6
Peso de tara (gr.)	15.6	26.1	24.5	26.0	24.5	26.1
Tara + suelo húmedo (gr.)	88.2	100.9	122.6	139.7	131.2	148.2
Tara + suelo seco (gr.)	79.3	90.5	110.5	122.0	117.9	129.6
Peso de agua (gr.)	8.9	10.4	12.1	17.7	13.3	19.6
Peso de suelo seco (gr.)	63.7	64.4	86.0	96.0	93.4	102.5
Humedad (%)	14.0	16.1	14.1	18.4	14.2	19.1

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Dial 0.001"		Expansión		Dial 0.001"		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
17-Jul	13:30	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
18-Jul	13:30	24	0.023	0.58	0.50	0.032	0.81	0.058	1.47	1.27
19-Jul	13:30	48	0.035	0.89	0.75	0.048	1.22	1.05	0.074	1.88
20-Jul	13:30	72	0.045	1.14	0.98	0.053	1.35	1.16	0.080	2.03
21-Jul	13:30	96	0.052	1.32	1.13	0.055	1.40	1.20	0.085	2.18

**PENETRACION**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde Nº 4				Molde Nº 5				Molde Nº 6			
		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		13	0.6			19	0.9			21	1.0		
0.050		25	1.2			45	2.3			42	2.1		
0.075		53	2.6			92	4.5			75	3.7		
0.100	70.367	99	4.9	5.4	7.7	125	6.2	4.9	7.6	100	4.9	3.3	4.7
0.150		174	8.8			191	9.4			145	7.2		
0.200	105.460	234	11.5	8.8	8.2	235	11.6	7.7	7.3	165	9.1	5.2	4.9
0.300		328	16.2			315	16.5			242	11.9		
0.400		421	20.8			375	18.5			305	15.0		
0.500		493	22.8			421	20.8			320	15.8		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
**OSWALDO**  
 OSWALDO HERRERA  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú Reg. N° 12345

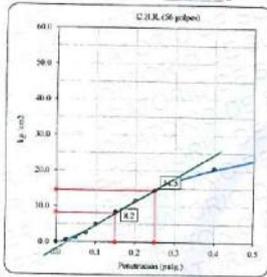
000784

\* Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, copiado o distribuido sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
 \* Los resultados no se deben utilizar para fines de responsabilidad legal.  
 \* Los resultados de este informe son válidos únicamente para el proyecto y no deben ser utilizados como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

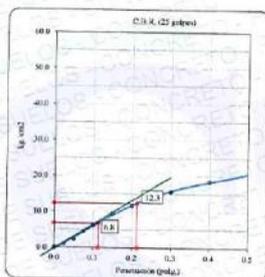
<b>GRAFICO - (C.B.R.)</b> (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145-1999)		SLAB - Rev. 001 - 2019
		LAB. SUNING
		S.E. CBR
		N.º E. 103
		PAG 2 - 2
OBRA	: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARI	: BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	F. EJECUCIÓN : 10 de Agosto de 2021
CALICATA	C-1	F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
MUESTRA	M-2	PROFUNDIDAD m. 0.50 m.

**Datos de muestra**

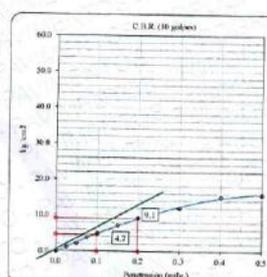
Máxima Densidad Seca 1.826 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad 13.9 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.735 gr./cm<sup>3</sup>



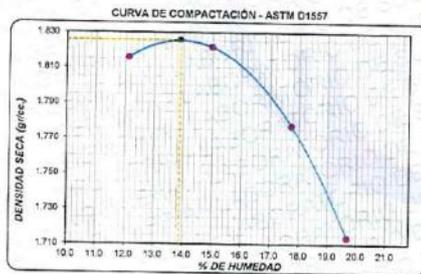
C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 11.7 %



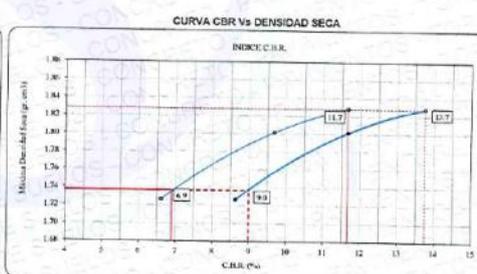
C.B.R. (0.17) 25 GOLPES : 9.7 %



C.B.R. (0.17) 10 GOLPES : 6.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1% : 11.7 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1% : 6.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2% : 13.7 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2% : 9.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 Ing. Juan Eduardo  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú, Reg. N° 121475

\* Este documento fue producido por la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen etiquetado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de garantía de calidad de la entidad que lo produce.

000785

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	136
PAG 1 - 1	

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0003-0002-7829-4442) F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE: D.S.H.

#### DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7% CALICATA: C-1

LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA: M-3  
 PROFUND. (M.): 0.50 m

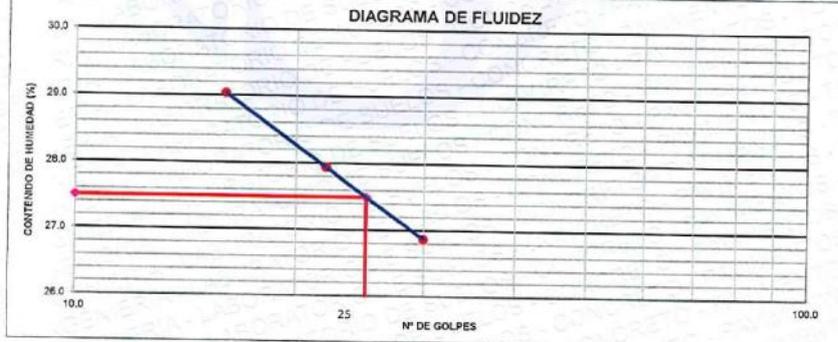
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		18.25	18.23	19.56
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		15.92	15.81	16.79
PESO DE AGUA (g)		2.33	2.42	2.77
PESO DEL TARRO (g)		7.25	7.15	7.25
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.67	8.66	9.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.87	27.94	29.04
NUMERO DE GOLPES		30	22	16

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		35.75	34.38
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		33.65	32.32
PESO DE AGUA (g)		2.10	2.06
PESO DEL TARRO (g)		21.05	19.95
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.60	12.37
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.67	16.65

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	27.5
LIMITE PLASTICO	16.7
INDICE DE PLASTICIDAD	10.8

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Colla*  
 EDWIN QUISPE COLLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 131478

\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

003786

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021	
LAB. SUNING	
S.E.	PM
N° E.	082
PAGE 1 - 1	

OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X)	
UBICACIÓN	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021
CALICATA	C-1	F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
MUESTRA	M-3	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

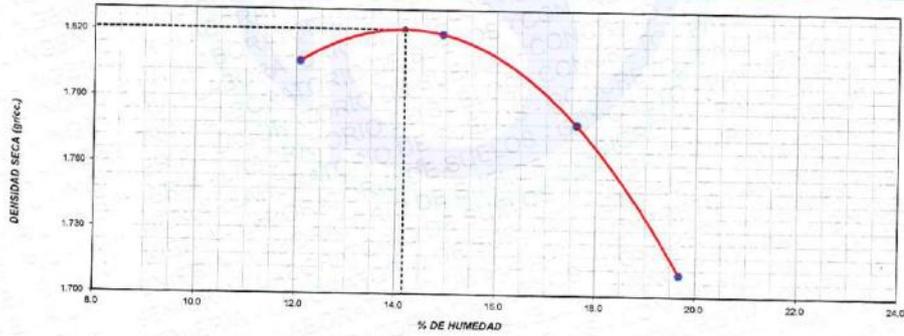
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,024	2,090	2,091	2,047
Contenido de agua	%	12.1	14.9	17.6	19.7
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1,806	1,819	1,778	1,710

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 2/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0			Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			Humedo	
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.858	kN/m <sup>3</sup>
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.821	gr/cm <sup>3</sup>
		Contenido Humedad Óptima: 14.2 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Daniel Sami Huaraca*  
**Daniel Sami Huaraca**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. 111391/E

\* Esta firmante autoriza la reproducción parcial o total de este documento con la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo aplican respectivamente a los especímenes ensayados y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de asistencia de calidad de la entidad que lo produce

000787

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
Nº E.	104
PAG. 1 - 2	

OBRA: "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) ING. RESPONSABLE: D.S.H.

UBICACION: BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-7050) F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021

PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION: 31 de Agosto de 2021

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7% PROFUNDIDAD: 0.50 m.

LUGAR: CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-3

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

	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	56	25	10			
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.)	12,459	12,500	12,780	12,855	12,700	12,990
Peso molde (gr.)	8,030	8,030	8,405	8,405	8,520	8,520
Peso suelo compactado (gr.)	4,429	4,470	4,375	4,450	4,180	4,470
Volumen del molde (cm³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,116	2,116
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,080	2,100	2,061	2,098	1,975	2,112
Densidad Seca (gr./cm³)	1,822	1,814	1,807	1,788	1,724	1,767

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	7	8	9
Peso de tara (gr.)	17.3	25.0	24.5
Tara + suelo húmedo (gr.)	99.0	101.8	132.2
Tara + suelo seco (gr.)	80.1	91.5	119.0
Peso de agua (gr.)	8.9	10.3	13.2
Peso de suelo seco (gr.)	82.8	85.8	93.9
Humedad (%)	14.2	15.7	14.1

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"		Expansión		Dial 0.001"		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
17-Jul	13:30	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
18-Jul	13:30	24	0.023	0.56	0.032	0.81	0.058	1.47	1.27	
19-Jul	13:30	48	0.038	0.97	0.045	1.14	0.074	1.68	1.82	
20-Jul	13:30	72	0.045	1.14	0.052	1.32	0.081	2.06	1.77	
21-Jul	13:30	96	0.051	1.30	0.061	1.55	0.087	2.21	1.90	

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde Nº 7				Molde Nº 8				Molde Nº 9			
		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		5	0.2			5	0.4			4	0.2		
0.050		8	0.4			25	1.2			22	1.1		
0.075		33	1.6			72	3.6			65	2.7		
0.100	70.307	79	3.9	5.4	7.7	110	5.4	4.9	7.0	95	4.7	3.3	4.7
0.150		154	7.6			171	8.4			125	6.2		
0.200	105.460	314	15.6	8.6	8.2	221	10.9	7.7	7.3	175	8.6	5.2	4.9
0.300		308	15.2			291	14.4			222	11.0		
0.400		414	20.4			356	17.6			285	14.1		
0.500		443	21.9			381	18.8			300	14.8		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
**Frank Sui Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el departamento de Puno Reg. N° 121179

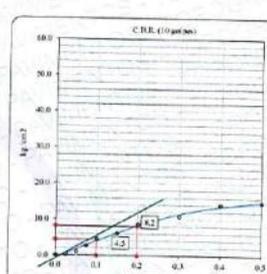
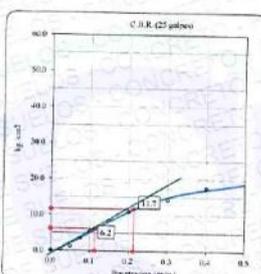
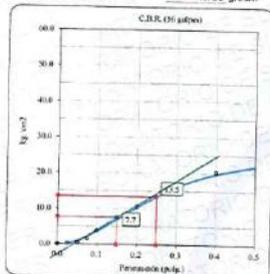
\* Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de ninguna de las entidades que lo produce.

000738

<b>GRAFICO - (C.B.R.)</b> (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		SLAB - Rev. 001 - 2019
		<b>LAB. SUNING</b>
		S.E.      CBR
		N° E.      104
MTC E-132		
OBRA	"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 7%	PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA	
CALICATA	C-1	
MUESTRA	M-3	

**Datos de muestra**

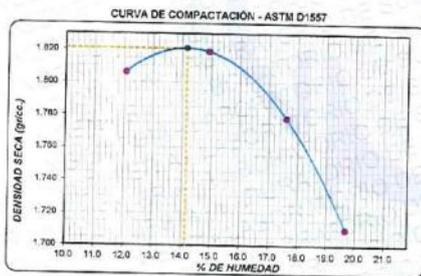
Máxima Densidad Seca      1.821 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95%      1.730 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad      14.2 %



C.B.R. (0.1') 50 GOLPES: 10.9 %

C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 8.8 %

C.B.R. (0.1') 10 GOLPES: 6.4 %



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron opositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**Dina Qui Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 12428

000789

Queda firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 Si el lector no se ha hecho responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados aquí informados están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº E.	132
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA:** APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA  
**ING. RESPONSABLE:** D.S.H.  
**PETICIONARIO:** BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
**F. EJECUCION:** 10 de Agosto de 2021  
 : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
**F. EMISION:** 31 de Agosto de 2021  
**UBICACION:** PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL:** SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9% **CALICATA:** C-1  
**LUGAR:** CIRCUNVALACION II, JULIACA **MUESTRA:** M-1  
**PROFUND. (M.):** 0.50 m

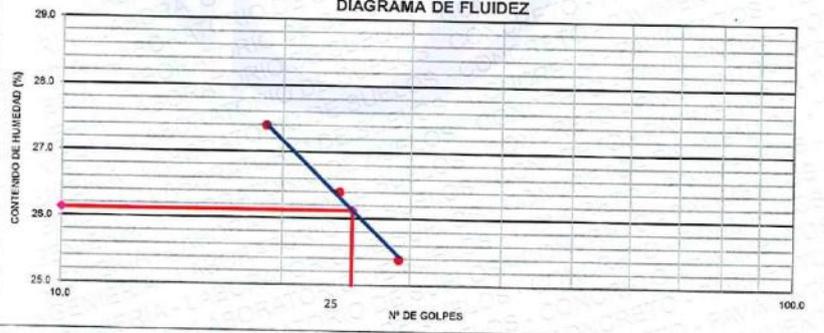
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		29.81	21.14	32.93
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		18.11	18.31	29.42
PESO DE AGUA (g)		2.70	2.83	3.51
PESO DEL TARRO (g)		7.50	7.59	16.63
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.62	10.72	12.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.39	26.40	27.40
NUMERO DE GOLPES		29	24	19

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		18.98	18.66
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		17.41	17.13
PESO DE AGUA (g)		1.57	1.53
PESO DEL TARRO (g)		7.52	7.49
PESO DEL SUELO SECO (g)		9.89	9.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.87	15.87

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	26.1
LIMITE PLASTICO	15.9
INDICE DE PLASTICIDAD	10.3

**Observaciones:** \* Muestras depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Colla*  
 Ing. Edwin Quispe Colla  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú Reg. Nº 131475

\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000700

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 072

PAGE 1 - 1

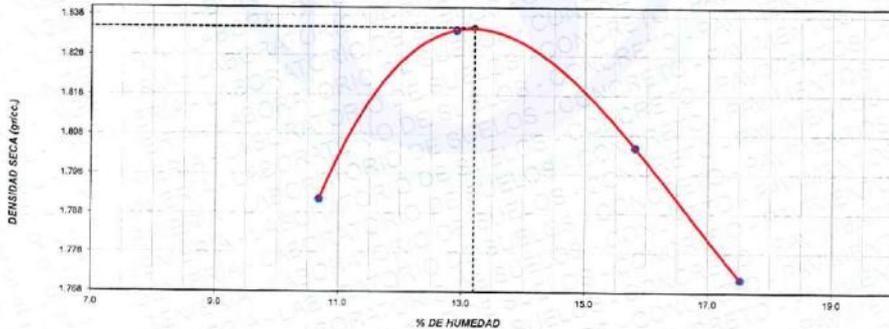
OBRA	"APLICACION DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE : D.S.H. F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-1	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.983	2.071	2.090	2.082
Contenido de agua	%	10.7	12.9	15.8	17.5
Densidad Seca	gr/cc	1.792	1.834	1.805	1.771
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		—	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.995	kN/m <sup>3</sup>	
MAXIMA DENSIDA SECA	1.835	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 13.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Qui Qui*  
 Edwin Suni Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 124495

\* Este formalmente probado la representación personal o legal de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El laboratorio no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados obtenidos.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

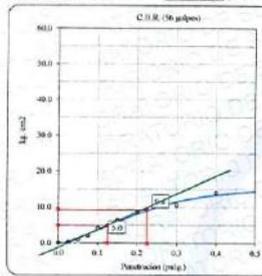
000791



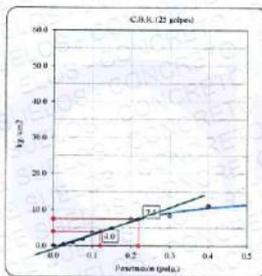
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	099
PAG. 27-2			
OBRA :	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI :	BACH. JOHON CÉSAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7826-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN :	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL :	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR :	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA :	C-1		
MUESTRA :	M-1		

**Datos de muestra**

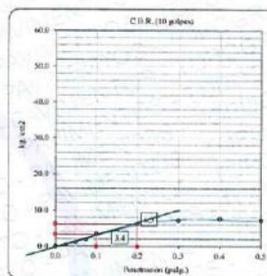
Máxima Densidad Seca  $1.835 \text{ gr./cm}^3$       Círculo Contenido de Humedad  $13.2 \%$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.743 \text{ gr./cm}^3$



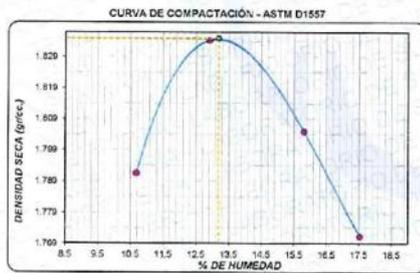
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES      7.1 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES      5.7 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES      4.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1'      7.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1'      4.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2'      8.9 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2'      6.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA" ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 PETICIONARIO : BACH. JÓHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021  
 UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	133
PAG 1 - 1	

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9% CALICATA : C-1  
 LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-2  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

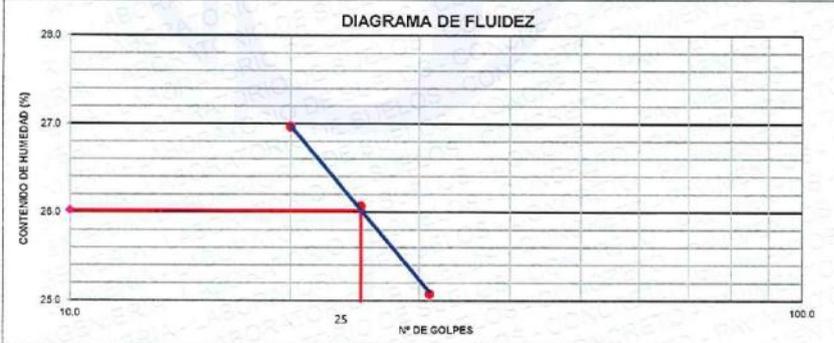
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		34.39	36.89	33.69
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		31.99	34.01	31.27
PESO DE AGUA (g)		2.40	2.88	2.42
PESO DEL TARRO (g)		22.44	22.98	22.32
PESO DEL SUELO SECO (g)		9.55	11.03	8.96
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.08	26.07	26.97
NUMERO DE GOLPES		31	25	20

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		17.81	18.82
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		16.42	17.28
PESO DE AGUA (g)		1.39	1.54
PESO DEL TARRO (g)		7.65	7.64
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.77	9.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		15.85	15.98

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	26.0
LIMITE PLASTICO	15.9
INDICE DE PLASTICIDAD	10.1

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Quispe*  
 Edwin Quispe Colla  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú, Reg. Nº 12145

\* Esto terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000794

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

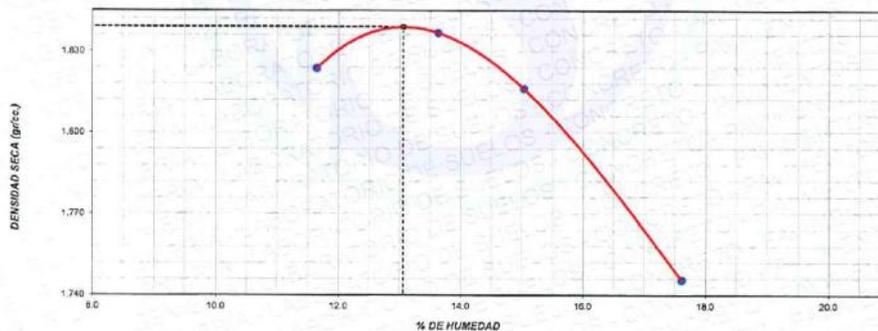
OBRA	*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*		
PETICIONARIO	BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021
		F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD(m)	0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humado	gr.	2.036	2.087	2.089	2.053
Contenido de agua	%	11.6	13.6	15.0	17.6
Densidad Seca	gr/cc	1.824	1.837	1.816	1.745
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	18.034	kN/m <sup>3</sup>		
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.839	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima:	13.1 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Cocola*  
Ingeniero Civil  
Dpto. San Martín  
Calle Comercio N° 1010

\* Este formalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de idoneidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000795

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339,145,1999)

CBRA		"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	ING. RESPONSABLE:	D.S.H.
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1168-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EJECUCION:	10 de Agosto de 2021
		F. EMISION:	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
N° E.	100
PAG. 1 DE 2	

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	9		14		13	
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.)	12,930	13,010	12,640	12,750	12,060	12,170
Peso molde (gr.)	8,520	8,520	8,273	8,273	7,860	7,860
Peso suelo compactado (gr.)	4,410	4,490	4,367	4,477	4,200	4,290
Volumen del molde (cm³)	2,116	2,116	2,126	2,126	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,084	2,122	2,054	2,106	1,978	2,021
Densidad Seca (gr/cm³)	1,838	1,823	1,817	1,806	1,744	1,727

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	23.6	23.2	23.5	27.3	23.8	27.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	115.4	99.5	128.0	115.2	144.5	112.9
Tara + suelo seco (gr.)	104.5	87.9	115.9	102.7	130.2	100.5
Peso de agua (gr.)	10.9	10.6	12.1	12.5	14.3	12.4
Peso de suelo seco (gr.)	80.9	64.7	92.3	75.5	105.4	72.8
Humedad (%)	13.4	16.4	13.1	16.6	13.5	17.0

EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
14-Ago	14:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
15-Ago	14:30	24	0.010	0.25	0.22	0.042	1.07	0.92	0.043	1.09	0.94
16-Ago	14:30	48	0.023	0.58	0.50	0.048	1.22	1.05	0.056	1.42	1.22
17-Ago	14:30	72	0.029	0.74	0.63	0.052	1.32	1.14	0.062	1.67	1.35
18-Ago	14:30	96	0.033	0.84	0.72	0.054	1.37	1.18	0.066	1.68	1.44

PENETRACION													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 9				Molde N° 14				Molde N° 13			
		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		7	0.3			5	0.2			5	0.2		
0.050		28	1.4			21	1.0			10	0.5		
0.075		56	2.8			35	1.7			29	1.4		
0.100	70.307	85	4.2	5.4	7.7	69	3.4	4.9	7.0	60	3.0	3.3	4.7
0.150		138	6.8			95	4.7			81	4.0		
0.200	105.450	173	8.5	8.6	8.2	135	6.7	7.7	7.3	115	5.7	5.2	4.9
0.300		227	11.2			186	9.2			156	7.7		
0.400		274	13.5			231	11.4			210	10.4		
0.500		308	15.2			245	12.1			215	10.8		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



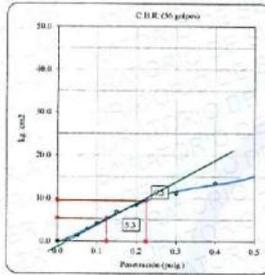
000796

\* Este documento prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \*\* Este resultado es de única responsabilidad del usuario, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \*\*\* Este resultado de este informe debe ser relacionado al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificado de estado de calidad de la entidad que lo produce.

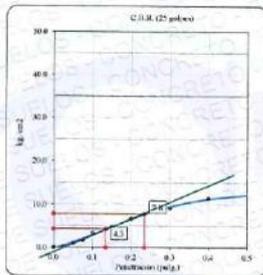
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	100
		PÁG. 2° DE 2°	
OBRA	: "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7828-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACION	: BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EMISION :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

**Datos de muestra**

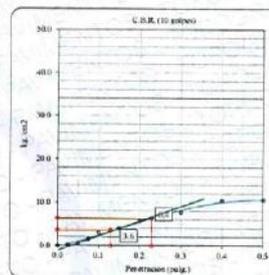
Máxima Densidad Seca  $1.839 \text{ gr/cm}^3$       Optimo Contenido de Humedad  $13.1 \%$   
Máxima Densidad Seca al 95%  $1.747 \text{ gr/cm}^3$



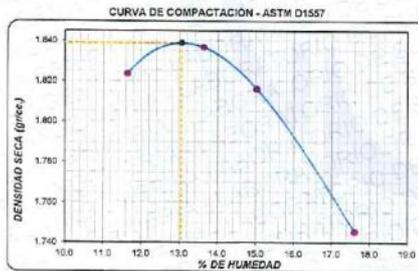
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 7.5 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 6.1 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES : 5.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 7.5 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1' : 5.1 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 9.0 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2' : 6.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**QUISPE**  
D.S.H. Sumi Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121079

000797

1. Este informe es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, copiado, distribuido o utilizado sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
2. SUNING E.I.R.L. no es responsable de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio.  
3. Este informe es válido siempre que se mantenga la información al respecto actualizada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº E.	137
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA  
 ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 PETICIONARIO : BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021  
 UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9% CALICATA : C-1  
 LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-3  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

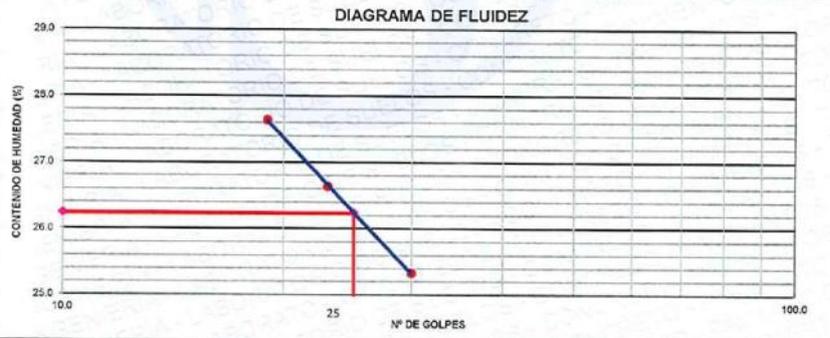
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19.81	20.14	31.93
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		17.12	17.29	28.40
PESO DE AGUA (g)		2.69	2.85	3.53
PESO DEL TARRO (g)		6.50	6.59	15.63
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.62	10.70	12.77
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.33	26.64	27.64
NUMERO DE GOLPES		30	23	19

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19.56	17.56
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		17.91	16.15
PESO DE AGUA (g)		1.65	1.41
PESO DEL TARRO (g)		7.52	7.25
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.39	8.90
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		15.88	15.84

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	26.2
LIMITE PLASTICO	15.9
INDICE DE PLASTICIDAD	10.4

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 PUNI Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú, Reg. Nº 121428

000798

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

Nº.E. 079

PAG. 1 - 1

OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE: D.S.H. F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-3	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.994	2.066	2.089	2.081
Contenido de agua	%	11.2	12.9	15.6	17.5
Densidad Seca	gr/cc	1.793	1.830	1.807	1.770
SELECCION DE METODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	17.956	kN/m <sup>3</sup>		
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.831	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima:	13.4 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Dianet Sumi Huaracha*  
Dianet Sumi Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 12478

\* Este instrumento solo prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
\* Los resultados de este ensayo solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de lo ensayo que lo produce.

000799

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

LAB. SUNING  
 S.E. \_\_\_\_\_ CBR  
 N° E. \_\_\_\_\_ 102

OBRA: "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442) ING. RESPONSABLE: D.S.H.

UBICACION: BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9% PROFUNDIDAD: 0.50 m.

LUGAR: CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-3

F. EMISION: 31 de Agosto de 2021

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

Molde N°	7	8	9
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	28	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.453	12.550	12.780
Peso molde (gr.)	8.030	8.030	8.405
Peso suelo compactado (gr.)	4.423	4.520	4.375
Volumen del molde (cm³)	2.128	2.128	2.123
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.078	2.123	2.051
Densidad Seca (gr/cm³)	1.830	1.822	1.817

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	7	8	9
Peso de tara (gr.)	24.6	24.7	24.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	135.4	122.8	125.4
Tara + suelo seco (gr.)	122.2	108.6	113.5
Peso de agua (gr.)	13.2	13.9	11.9
Peso de suelo seco (gr.)	97.5	84.2	86.6
Humedad (%)	13.5	16.5	13.4

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dia 0.001"	Expansión		Expansión		Expansión	
				mm	%	mm	%	mm	%
13-Ago	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-Ago	14:00	24	0.041	1.04	0.89	0.051	1.30	1.11	0.065
15-Ago	14:00	48	0.061	1.55	1.33	0.074	1.88	1.62	0.092
16-Ago	14:00	72	0.074	1.88	1.61	0.084	2.13	1.85	0.114
17-Ago	14:00	96	0.081	2.06	1.77	0.091	2.31	1.99	0.117

**PENETRACION**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 7				Molde N° 8				Molde N° 9			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	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		2	0.1			3	0.1			4	0.2		
0.050		13	0.6			15	0.7			18	0.9		
0.075		38	1.8			33	1.5			32	1.6		
0.100	70.307	81	4.0	5.4	7.7	67	3.3	4.9	7.0	66	3.3	3.3	4.7
0.150		124	6.1			94	4.6			84	4.1		
0.200	105.480	170	8.4	8.6	8.2	145	7.2	7.7	7.3	122	6.0	5.2	4.9
0.300		208	10.3			163	8.0			140	6.9		
0.400		280	13.8			220	10.9			150	7.4		
0.500		387	14.2			228	11.2			142	7.0		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



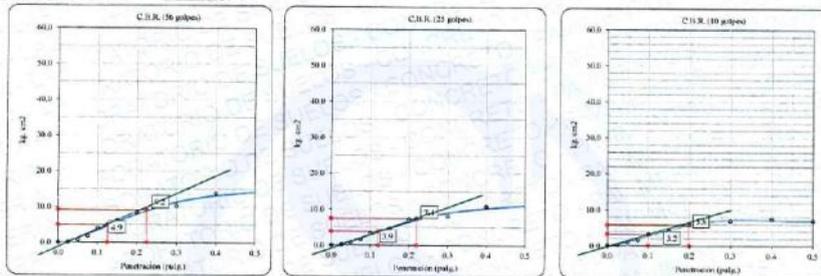
000000

1. Toda reproducción prohibida sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
 2. El presente es un documento informativo de los resultados y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 3. Los resultados de este informe deben ser relacionados al expediente correspondiente y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

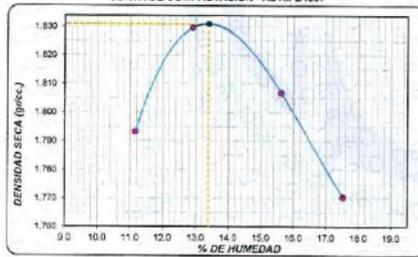
GRAFICO - (C.B.R.)		LAB. SUNING	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145-1999)		S.E.	CBR
		N° E.	102
OBRA	: APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE CLORURO DE MAGNESIO AL 9%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-3		

**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca  $1.831 \text{ gr./cm}^3$       Óptimo Contenido de Humedad  $13.4 \%$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.739 \text{ gr./cm}^3$



**CURVA DE COMPACTACION - ASTM D1557**



**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
**Dr. S. H. Huaracha**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 141113

\* Este instrumento es propiedad de su institución, personal o título de este documento en la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni de incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al experimento realizado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

003201

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
 PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021

LAB. SUNING	
S.E.	LC
N° E.	138
PAG 1 - 1	

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 5%  
 LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-1  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

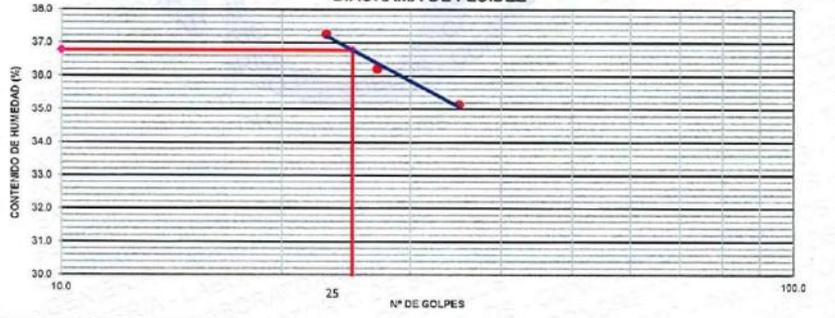
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	37.69	38.35	39.00
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	34.28	34.59	35.25
PESO DE AGUA	(g)	3.42	3.77	3.75
PESO DEL TARRO	(g)	24.58	24.19	25.20
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.72	10.40	10.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.15	36.22	37.26
NUMERO DE GOLPES		35	27	23

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.03	18.99
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	17.27	16.44
PESO DE AGUA	(g)	2.76	2.55
PESO DEL TARRO	(g)	7.63	7.61
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.84	8.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.63	28.88

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	36.6
LIMITE PLASTICO	28.6
INDICE DE PLASTICIDAD	8.0

Observaciones: \* Muestras fueran depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Firma]*  
 Ing. Juan Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú, Reg. N° 12119

000002

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 083

PAG. 1 - 1

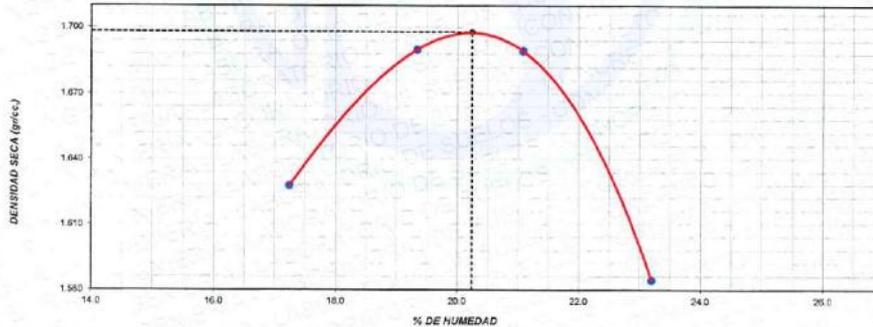
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"			
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.	
	BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021	
UBICACIÓN	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD(m)	0.30 m.	
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA			
CALICATA	: C-1			
MUESTRA	: M-1			

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.909	2.017	2.048	1.952
Contenido de agua	%	17.2	19.3	21.1	23.2
Densidad Seca	gr/cc	1.628	1.690	1.690	1.585
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.652	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.698	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 20.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta levementemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000003

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 330.145.1999)

OBRA		"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	ING. RESPONSABLE	D.S.H.
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X)	F. EJECUCION	10 de Agosto de 2021
	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1		

SLAB - Rev. 001 - 2019  
**LAB. SUNING**

S.E.	CBR
N° E.	105

PÁGINA 1 DE 12

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,071	13,078	13,002	13,067	12,954	13,140
Peso molde (gr.)	8,742	8,742	8,804	8,804	9,040	9,040
Peso suelo compactado (gr.)	4,329	4,335	4,198	4,263	3,914	4,100
Volumen del molde (cm³)	2,119	2,119	2,123	2,123	2,124	2,124
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,043	2,048	1,977	2,008	1,843	1,930
Densidad Seca (gr./cm³)	1,689	1,707	1,644	1,672	1,536	1,571

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	23.2	22.5	22.1	23.6	24.3	22.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	133.1	118.0	138.4	121.3	141.9	130.4
Tara + suelo seco (gr.)	114.6	102.2	118.8	104.9	122.3	110.4
Peso de agua (gr.)	18.5	15.8	19.5	16.4	19.5	20.0
Peso de suelo seco (gr.)	91.4	79.7	96.7	81.5	95.0	87.5
Humedad (%)	20.2	19.9	20.3	20.1	20.0	22.9

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13-Ago	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14-Ago	14:00	24	0.004	0.10	0.09	0.001	0.03	0.02	0.003	0.08	0.07
15-Ago	14:00	48	0.004	0.10	0.09	0.001	0.03	0.02	0.003	0.08	0.07
16-Ago	14:00	72	0.005	0.13	0.11	0.001	0.03	0.02	0.004	0.10	0.09
17-Ago	14:00	96	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13	0.11

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		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		420	20.7			135	6.8			155	7.6		
0.050		995	49.1			602	29.7			394	19.4		
0.075		1219	60.1			798	39.4			470	23.2		
0.100	70.307	1597	68.9	5.4	7.7	953	47.0	4.9	7.0	521	25.7	3.3	4.7
0.150		1647	81.3			1149	56.7			630	31.1		
0.200	105.460	1963	91.9	8.6	8.2	1330	65.6	7.7	7.3	708	34.9	5.2	4.9
0.300		2184	107.8			1623	80.1			864	42.6		
0.400		2412	119.0			1886	93.1			978	48.3		
0.500		2585	127.5			2082	102.7			1089	53.7		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



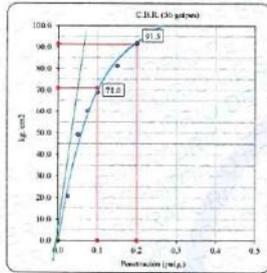
\* Esta fuertemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un evidencia de conformidad de producción o certificado de análisis de calidad de su entidad que lo produce.

000004

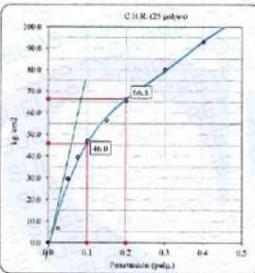
GRAFICO - (C.B.R.)		LAB. SUNING	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		S.E.	CBR
		N°.E.	105
FOLIO 2 - 12			
OBRA	: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI:	: BACH. JHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	: BACH. EDWIN QUIISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-765X)	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-1		

**Datos de muestra**

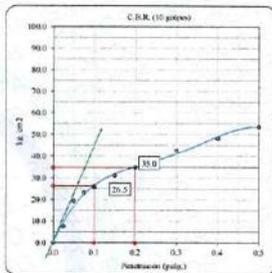
Maxima Densidad Seca: 1.698 gr/cm<sup>3</sup>  
 Maxima Densidad Seca al 95%: 1.613 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad: 20.2 %



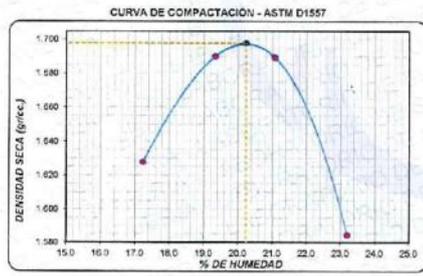
C.B.R. (0.17) 26 GOLPES: 101.0 %



C.B.R. (0.17) 25 GOLPES: 65.4 %



C.B.R. (0.17) 10 GOLPES: 37.7 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 101.0 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 53.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 86.8 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 56.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 D. S. H.  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 13118

000805

El firmante garantiza la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 Si reproduce en su base responsable del mal uso, ni la incursión penalizada de ley sin haber sido declarado.  
 Este documento es un informe que está relacionado al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº E.	139
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) **ING. RESPONSABLE** : D.S.H.

: BACH. EDWIN CUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) **F. EJECUCIÓN** : 10 de Agosto de 2021

**UBICACIÓN** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA **F. EMISIÓN** : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 5% **CALICATA** : C-1

**LUGAR** CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA **MUESTRA** : M-2

**PROFUND. (M.)** : 0.50 m

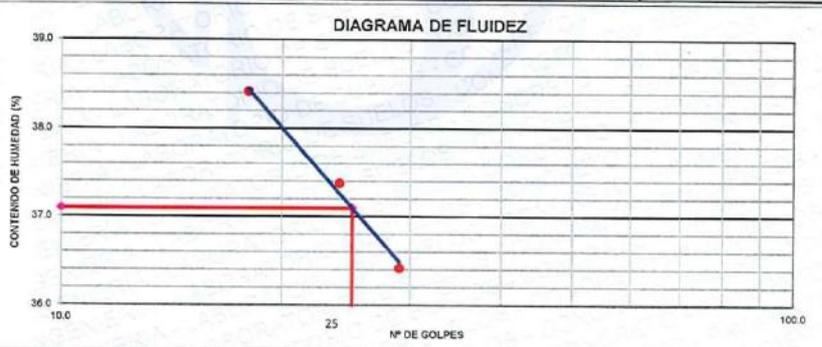
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.20	27.55	31.21
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	27.23	23.70	27.03
PESO DE AGUA	(g)	4.97	3.85	4.18
PESO DEL TARRO	(g)	13.58	13.40	16.15
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.65	10.30	10.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.42	37.38	36.42
NUMERO DE GOLPES		29	24	18

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	25.63	25.98
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.92	23.23
PESO DE AGUA	(g)	2.71	2.78
PESO DEL TARRO	(g)	13.87	13.25
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.05	9.98
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.94	27.66

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	37.1
LIMITE PLASTICO	28.8
INDICE DE PLASTICIDAD	8.3

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio y identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S. E. PM  
 N.º E. 084

PAG. 1 - 1

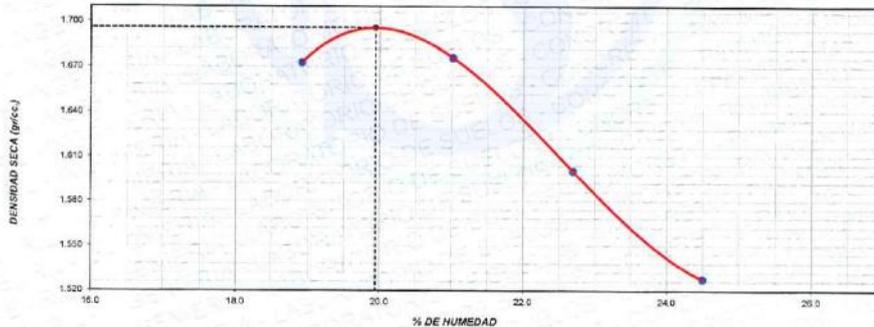
OBRA	*APLICACION DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*		
PETICIONARIO	BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7826-4442)	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
	BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE ÓXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD(m)	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.995	2.029	1.984	1.902
Contenido de agua	%	18.9	21.0	22.7	24.5
Densidad Seca	gr/cc	1.673	1.676	1.601	1.526
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A.				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.632	kN/m <sup>3</sup>	
MAXIMA DENSIDA SECA	1.696	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 19.9 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Este instrumento prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del uso que se le realice fuera de los alcances de los resultados aquí efectuados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producto o certificación de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000807

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145.1999)

OBRA		"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	ING. RESPONSABLE	D.S.H.
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0030-0002-1158-705X)	F. EJECUCION	16 de Agosto de 2021
	PUUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

SLAB - Rev. 091 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
N° E.	106

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

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		10	
Peso suelo + molde (gr.)	13,240	13,335	13,348	13,454	12,658	12,898
Peso molde (gr.)	8,941	8,941	9,225	9,225	8,825	8,825
Peso suelo compactado (gr.)	4,299	4,394	4,123	4,229	3,833	4,071
Volumen del molde (cm³)	2,123	2,123	2,124	2,124	2,127	2,127
Densidad húmeda (gr/cm³)	2,025	2,070	1,941	1,991	1,802	1,914
Densidad Seca (gr/cm³)	1,665	1,737	1,625	1,652	1,508	1,536

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	23.7	24.3	23.5	18.6	15.8	13.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	133.3	95.3	148.7	91.6	87.0	88.4
Tara + suelo seco (gr.)	115.4	83.9	128.3	79.1	75.4	73.7
Peso de agua (gr.)	17.9	11.4	20.4	12.4	11.6	14.7
Peso de suelo seco (gr.)	91.7	58.6	104.7	60.5	59.9	59.9
Humedad (%)	19.5	19.2	19.5	20.5	19.5	24.6

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"		Expansión		Dial 0.001"		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
17-Jul	16:30	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
18-Jul	16:30	24	0.001	0.03	0.02	0.003	0.08	0.07	0.005	0.13
19-Jul	16:30	48	0.001	0.03	0.02	0.004	0.10	0.09	0.005	0.13
20-Jul	16:30	72	0.002	0.05	0.04	0.005	0.11	0.10	0.006	0.15
21-Jul	16:30	96	0.002	0.05	0.04	0.005	0.13	0.11	0.007	0.18

**PENETRACION**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		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		957	27.5			149	7.3			135	6.7		
0.050		995	49.1			695	34.3			375	18.5		
0.075		1242	81.3			918	45.3			446	22.0		
0.100	70.307	1445	71.3	5.4	7.7	1021	50.4	4.9	7.0	490	24.2	3.3	4.7
0.150		1686	83.2			1205	59.4			581	28.7		
0.200	105.460	1867	93.1	8.6	8.2	1387	68.5	7.7	7.3	656	32.4	5.2	4.9
0.300		2183	107.7			1683	83.0			798	39.4		
0.400		2454	121.1			1948	96.1			920	45.4		
0.500		2747	135.5			2167	106.9			1023	50.5		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



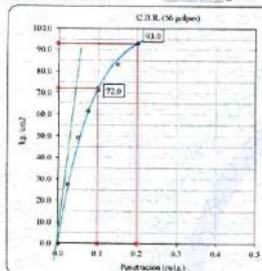
000893

\* Cada vez que se permita la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 Si se requiere de los datos, reconstruya el mal uso, se le recomendará la interpretación de los resultados aquí declarados.  
 La reproducción de este informe sin el consentimiento del propietario no debe ser utilizada como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

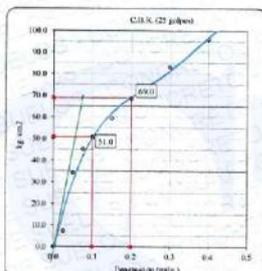
GRAFICO - (C.B.R.)		LAB. SUNING	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		S.E.	CBR
		N°E.	106
PAG. 2 DE 2			
OBRA	*APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARI:	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACION	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

**Datos de muestra**

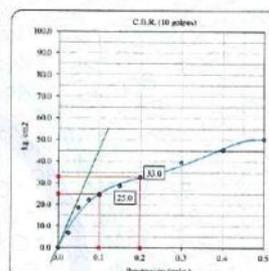
Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.856 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 19.9 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.611 gr/cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 102.4 %

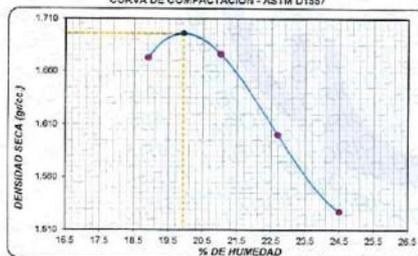


C.B.R. (0.17) 23 GOLPES : 72.9 %



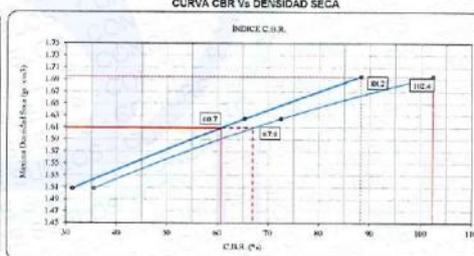
C.B.R. (0.17) 10 GOLPES : 35.6 %

**CURVA DE COMPACTACION - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 102.4 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 60.7 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 88.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 67.0 %

**OBSERVACIONES:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



000809

Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El autor no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Este resultado de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un evidencia de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
N° E.	145
PÁG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA" **ING. RESPONSABLE :** D.S.H.

**PETICIONARIO :** BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7820-4442) **F. EJECUCION :** 10 de Agosto de 2021  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) **F. EMISIÓN :** 31 de Agosto de 2021

**UBICACIÓN :** PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5% **CALICATA :** C-1  
**LUGAR** CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA **MUESTRA :** M-3  
**PROFUND. (M.) :** 0.50 m

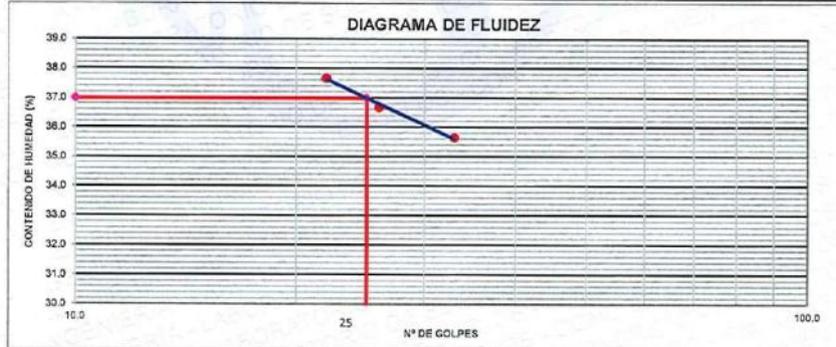
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		27.69	28.25	28.00
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		24.56	24.56	25.25
PESO DE AGUA (g)		3.13	3.69	2.75
PESO DEL TARRO (g)		15.78	14.50	17.95
PESO DEL SUELO SECO (g)		8.78	10.06	7.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		35.65	36.68	37.67
NUMERO DE GOLPES		33	26	22

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19.02	17.99
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		16.25	15.44
PESO DE AGUA (g)		2.77	2.55
PESO DEL TARRO (g)		6.53	6.45
PESO DEL SUELO SECO (g)		9.72	8.99
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		28.50	28.36

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	37.0
LIMITE PLASTICO	28.4
INDICE DE PLASTICIDAD	8.6

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio y definidas por el peticionario.

*[Firma]*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Nº 129428

\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.

\* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

\* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000810

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 090

PAG. 1 - 1

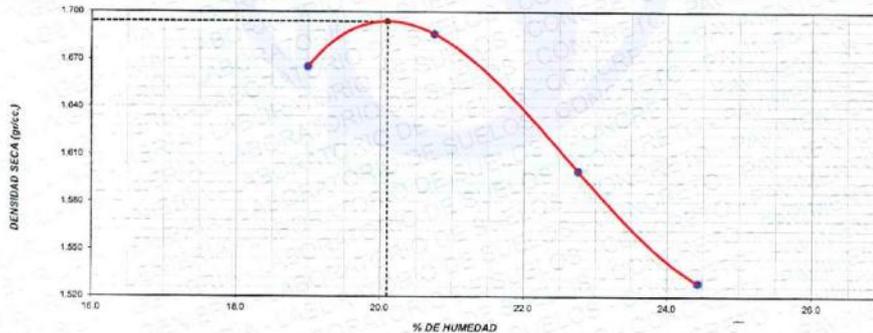
OBRA	"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE: D.S.H. F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021 F. EMISION: 31 de Agosto de 2021
UBICACION	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-S	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3578	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.992	2.036	1.954	1.902
Contenido de agua	%	19.0	20.8	22.8	24.4
Densidad Seca	gr/cc	1.686	1.686	1.600	1.529
SELECCION DE METODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0				
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0				
Método de Ensayo:	A				
					Método de Preparación
					Humedo

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.612	kN/m <sup>3</sup>	
MAXIMA DENSIDA SECA	1.694	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 20.1 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 Edwin Quispe Collla  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado en el Perú Reg. N° 121478

\* Este formato fue diseñado por SUNING E.I.R.L. para la impresión de este documento en su versión impresa.  
 El laboratorio no se hace responsable del uso que se le haga a esta información sin su consentimiento.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000811

**RELACIONE DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 330.145.1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019  
LAB. SUNING  
S.E. \_\_\_\_\_ CBR  
N° E. \_\_\_\_\_ 112

OBRA : "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACION : BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 5% PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-3

F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

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

Molde N°	7		8		9	
Número de capas	3		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.)	12,370	12,430	12,550	12,080	12,360	12,510
Peso molde (gr.)	8,030	8,030	8,455	8,405	8,520	8,520
Peso suelo compactado (gr.)	4,340	4,400	4,145	4,275	3,840	3,990
Volumen del molde (cm³)	2,129	2,129	2,123	2,123	2,116	2,116
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,039	2,067	1,932	2,014	1,819	1,885
Densidad Seca (gr./cm³)	1,695	1,713	1,622	1,655	1,516	1,537

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	7		8		9	
Peso de tara (gr.)	22.7	24.1	22.6	17.6	14.8	12.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	132.4	95.3	147.7	90.5	86.2	87.6
Tara + suelo seco (gr.)	113.6	83.1	126.5	77.5	74.3	73.8
Peso de agua (gr.)	18.5	12.2	21.2	13.0	11.9	13.8
Peso de suelo seco (gr.)	91.2	69.0	103.9	59.9	59.5	60.9
Humedad (%)	20.3	20.7	20.4	21.7	20.0	22.7

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"		Expansión		Dial 0.001"		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
17-Jul	16:30	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
18-Jul	16:30	24	0.001	0.03	0.02	0.004	0.10	0.009	0.004	0.10
19-Jul	16:30	48	0.002	0.05	0.04	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13
20-Jul	16:30	72	0.003	0.08	0.07	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13
21-Jul	16:30	96	0.004	0.10	0.09	0.006	0.15	0.13	0.008	0.20

**PENETRACION**

Penetración (Pul.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 7				Molde N° 8				Molde N° 9			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	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		547	27.0			138	6.8			120	5.4		
0.050		905	48.6			884	33.7			362	17.9		
0.075		1234	60.9			904	44.5			432	21.3		
0.100	70.307	1436	70.8	5.4	7.7	1014	50.0	4.9	7.0	475	23.4	3.3	4.7
0.150		1675	82.6			1195	59.0			559	28.1		
0.200	105.450	1874	92.5	8.6	8.2	1364	67.3	7.7	7.3	641	31.6	5.2	4.9
0.300		2174	107.3			1671	82.4			782	38.6		
0.400		2449	120.8			1932	95.3			909	44.8		
0.500		2731	134.7			2152	106.2			1011	49.9		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



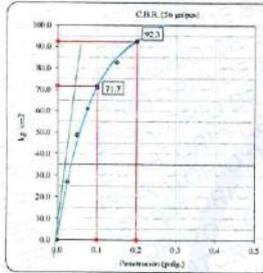
000812

Este certificado puede presentarse la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
El peticionario es el responsable del mal uso, si se interpreta incorrectamente los resultados aquí declarados.  
Este resultado de ensayo puede ser utilizado en relación con el espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

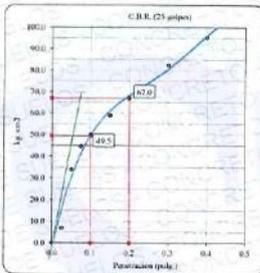
GRAFICO - (C.B.R.)		LAB. SUNING	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		S.E.	CBR
		N° E.	112
PAG. 2 - 2			
OBRA	: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI:	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 5%	PROFUNDIDAD m.	: 0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-3		

**Datos de muestra**

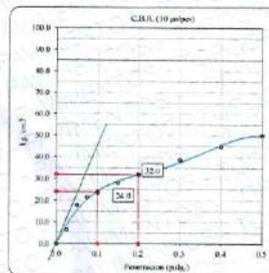
Máxima Densidad Seca  $1.694 \text{ gr/cm}^3$       Óptimo Contenido de Humedad  $20.1 \%$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.609 \text{ gr/cm}^3$



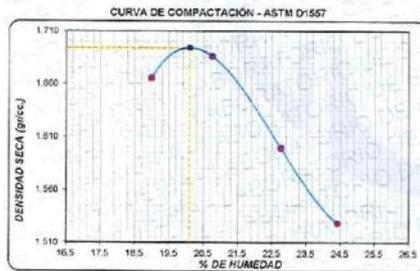
C.B.R. (0.1') 50 GOLPES: 101.9 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 70.4 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES: 34.1 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 101.9 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 59.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 87.5 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 66.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**SUNING**  
 Suni Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121479

000813

Queda firmemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 Elaborado en el laboratorio de SUNING E.I.R.L. No se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	140
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
**PETICIONARIO** : BACH. JOHÓN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) **ING. RESPONSABLE :** D.S.H.  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) **F. EJECUCION :** 10 de Agosto de 2021  
**UBICACIÓN** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA **F. EMISIÓN :** 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7% **CALICATA** : C-1  
**LUGAR** CIRCUNVALACION II, JULIACA **MUESTRA** : M-1  
**PROFUND. (M.)** : 0.50 m

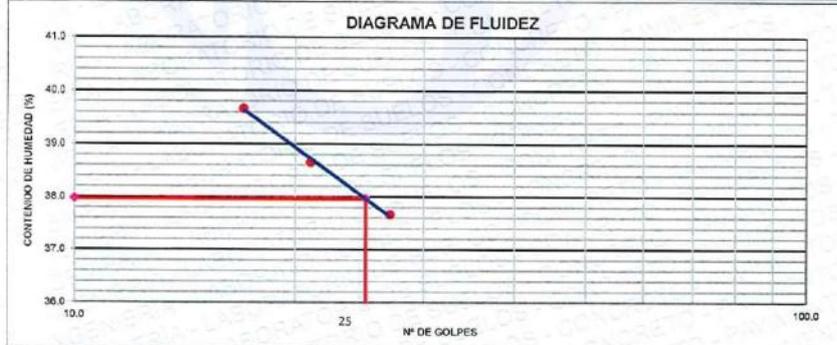
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	25.49	24.22	34.64
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	21.54	20.45	30.37
PESO DE AGUA	(g)	3.95	3.78	4.27
PESO DEL TARRO	(g)	11.05	10.68	19.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.49	9.77	10.77
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.67	38.66	39.67
NUMERO DE GOLPES		27	21	17

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.71	27.95
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.44	25.22
PESO DE AGUA	(g)	2.27	2.73
PESO DEL TARRO	(g)	14.99	15.23
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.45	8.99
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.40	30.37

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	38.0
LIMITE PLASTICO	30.4
INDICE DE PLASTICIDAD	7.6

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe*  
Edwin Sumi Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Perú Reg. Nº 13675

000814

\* Este terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 085

PAG 1 - 1

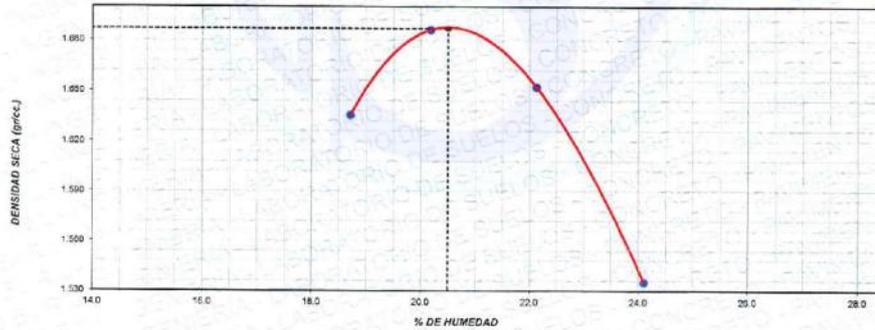
OBRA	"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE : D.S.H. F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021 F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
UBICACION	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA	
CALICATA	C-1	
MUESTRA	M-1	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.941	2.027	2.018	1.905
Contenido de agua	%	18.7	20.2	22.1	24.1
Densidad Seca	gr/cc	1.635	1.585	1.552	1.535
SELECCION DE METODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	Método de Preparación			
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	Humedo			
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	15.544	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.687	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 20.5 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Ccolla*  
 Edwin Quispe Ccolla  
 INGENIERO CIVIL  
 Código de Registro del Ing. No. 121428

\* Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, total o parcialmente, sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000815

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145.1989)

SLAB - Rev. 001 - 2015  
LAB. SUNING  
S. E. CBR  
N.º E. 107  
PAG. 1 - 2

OBRA : APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II JULIACA  
 PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021  
 UBICACION : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7% PROFUNDIDAD : 0.50 m  
 LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-1

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

Moide N°	14		13		8	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	36		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,561	12,560	12,055	12,114	12,354	12,518
Peso molde (gr.)	8,273	8,273	7,880	7,880	8,405	8,405
Peso suelo compactado (gr.)	4,288	4,287	4,175	4,234	3,949	4,113
Volumen del molde (cm³)	2,126	2,126	2,123	2,123	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,017	2,016	1,967	1,994	1,860	1,937
Densidad Seca (gr./cm³)	1,666	1,664	1,637	1,666	1,549	1,584

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	14	13	8
Peso de tara (gr.)	14.2	14.2	23.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	66.0	60.7	133.9
Tara + suelo seco (gr.)	57.4	53.2	115.6
Peso de agua (gr.)	8.5	7.4	18.3
Peso de suelo seco (gr.)	43.3	39.1	91.7
Humedad (%)	19.7	19.0	20.1

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-Ago	16:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24-Ago	16:30	24	0.005	0.13	0.11	0.003	0.08	0.07	0.003	0.08	0.07
25-Ago	16:30	48	0.007	0.16	0.15	0.003	0.08	0.07	0.003	0.08	0.07
26-Ago	16:30	72	0.008	0.20	0.17	0.004	0.10	0.09	0.005	0.13	0.11
27-Ago	16:30	96	0.008	0.20	0.17	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13	0.11

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 14				Moide N° 13				Moide N° 8			
		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		339	16.7			309	15.2			234	11.5		
0.050		756	37.3			676	33.4			448	22.1		
0.075		1240	61.2			955	47.1			588	29.0		
0.100	70.307	1586	78.3	5.4	7.7	1125	55.5	4.6	7.0	860	42.4	3.3	4.7
0.150		1956	91.6			1315	64.9			980	48.4		
0.200	105.460	1866	92.1	5.6	8.2	1477	72.9	7.7	7.3	1076	53.2	5.2	4.9
0.300		2253	111.2			1760	85.8			1222	60.3		
0.400		2513	124.0			1829	90.2			1315	64.9		
0.500		2999	148.0			1950	96.2			1356	66.9		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**Quispe**  
Dante Suni Haaracha  
INGENIERO CIVIL  
Código de Registro del Colegio N° 12148

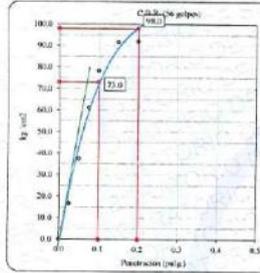
000816

\* Queda expresamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El profesional es el responsable del mal uso, si se hace incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.  
 \* Los resultados de este informe son, estrictamente el resultado ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

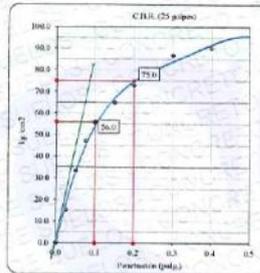
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	107
PAG 2 - 2			
OBRA	: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI:	: BACH. JOHN CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) : BACH. EDWIN QUIISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 7%		PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1		

**Datos de muestra**

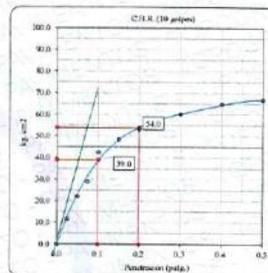
Máxima Densidad Seca  $1.987 \text{ gr./cm}^3$       Óptimo Contenido de Humedad  $20.5 \%$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.693 \text{ gr./cm}^3$



C.B.R. (0.1") 66 GOLPES : 103.9 %

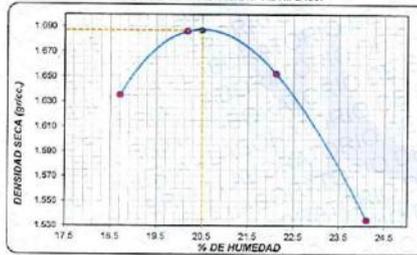


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 79.7 %



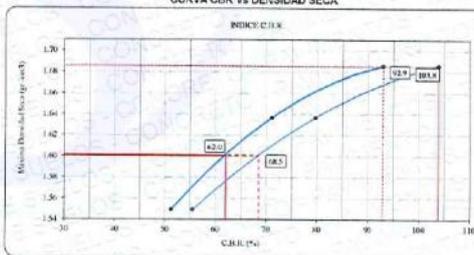
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 55.5 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 103.8 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 62.0 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 92.9 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 68.5 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Diana Suri Huarscha*  
 Diana Suri Huarscha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121179

000817

Se terminamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El presente no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	146
PAG 1 - 1	

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

**OBRA** "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
**PETICIONARIO** : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
**UBICACIÓN** : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**ING. RESPONSABLE** : D.S.H.  
**F. EJECUCION** : 10 de Agosto de 2021  
**F. EMISION** : 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**MATERIAL** SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 7%  
**LUGAR** CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA  
**CALICATA** : C-1  
**MUESTRA** : M-2  
**PROFUND. (M.)** : 0.50 m

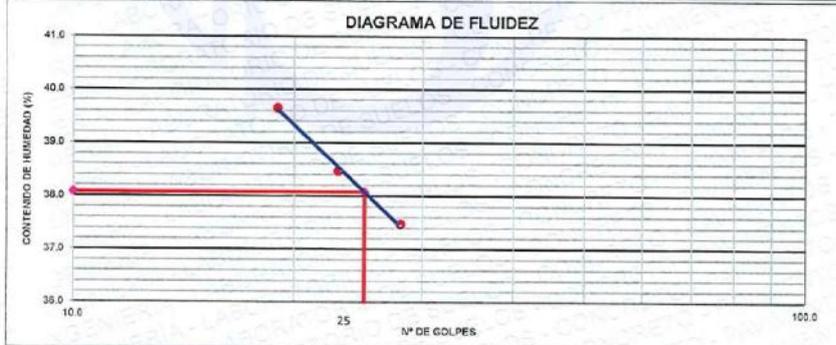
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.49	34.22	44.64
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.54	30.45	40.37
PESO DE AGUA	(g)	2.95	3.77	4.27
PESO DEL TARRO	(g)	24.67	20.65	29.60
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.87	9.80	10.77
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.48	38.47	39.65
NUMERO DE GOLPES		28	23	19

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.71	37.56
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.44	35.22
PESO DE AGUA	(g)	2.27	2.34
PESO DEL TARRO	(g)	24.99	27.52
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.45	7.70
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.47	30.39

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	38.1
LIMITE PLASTICO	30.4
INDICE DE PLASTICIDAD	7.7

**Observaciones:** \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000813

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021	
LAB. SUNING	
S.E.	PM
N° E.	091
PAG. 1 - 1	

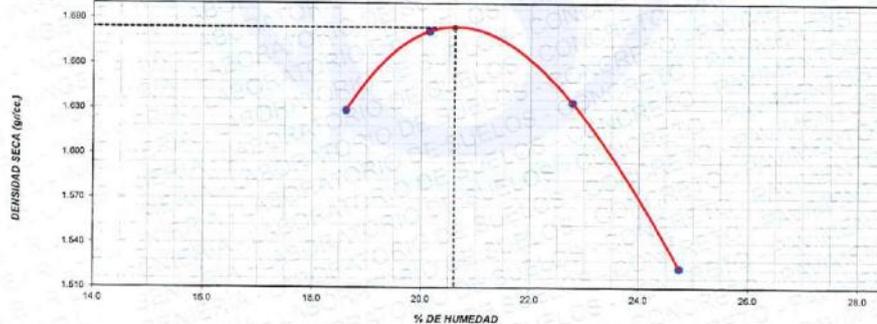
OBRA	*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)		F. INGRESO :	10 de Agosto de 2021
UBICACIÓN	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISIÓN :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 7%		PROFUNDIDAD(m)	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA			
CALICATA	C-1			
MUESTRA	M-2			

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.932	2.020	2.006	1.900
Contenido de agua	%	18.6	20.1	22.8	24.7
Densidad Seca	gr/cc	1.629	1.581	1.534	1.523
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		100.0	Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.	0.0	G. Fracción Sobretamano		---	28
% Ret. Tamiz 3/8 in.	0.0				
% Ret. Tamiz No. 4.	0.0				
Método de Ensayo:	A				
					Método de Preparación
					Humedo

<b>PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>16.514</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	
<b>MÁXIMA DENSIDA SECA</b>	<b>1.684</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima: 20.6 %</b>

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Edwin Quispe Coolla*  
 Edwin Quispe Coolla  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 12105

\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están referidos al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000819

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019  
LAB. SUNING  
S.E. \_\_\_\_\_ CBR  
N° E. \_\_\_\_\_ 113  
PAG 1 DE 2

OBRA : "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACION : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7% PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACION II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-2

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	10			11			12						
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.)	12,326		12,360		12,045		12,110		12,550		12,790		
Peso molde (gr.)	8,005		8,005		7,852		7,852		8,592		8,592		
Peso suelo compactado (gr.)	4,321		4,355		4,193		4,258		3,958		4,198		
Volumen del molde (cm³)	2,130		2,130		2,123		2,123		2,118		2,118		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,029		2,045		1,975		2,006		1,869		1,940		
Densidad Seca (gr./cm³)	1,885		1,894		1,840		1,866		1,552		1,581		
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	15.3		15.1		24.6		15.2		24.4		24.8		
Tara + suelo húmedo (gr.)	57.2		61.2		134.7		75.4		124.6		108.7		
Tara + suelo seco (gr.)	58.4		53.3		116.0		85.2		115.9		93.2		
Peso de agua (gr.)	8.8		7.9		18.7		10.2		18.7		15.5		
Peso de suelo seco (gr.)	43.1		38.2		91.5		50.0		91.5		58.4		
Humedad (%)	20.4		20.7		20.5		20.4		20.4		22.6		
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"			Dial 0.001"			Dial 0.001"				
			Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"		
			mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
23-Ago	18:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00		
24-Ago	18:30	24	0.007	0.18	0.15	0.003	0.08	0.07	0.003	0.08	0.07		
25-Ago	18:30	48	0.008	0.20	0.17	0.009	0.23	0.20	0.008	0.20	0.17		
26-Ago	18:30	72	0.009	0.23	0.20	0.009	0.23	0.20	0.010	0.25	0.22		
27-Ago	18:30	96	0.009	0.23	0.20	0.010	0.25	0.22	0.011	0.28	0.24		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga	Corrección	Corrección		Carga	Corrección	Corrección		Carga	Corrección	Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.325		325	16.2			300	14.8			221	10.9		
0.650		746	36.8			653	32.7			431	21.3		
0.975		1233	60.8			941	48.4			682	33.6		
0.100	70.307	1674	77.7	5.4	7.7	1119	55.2	4.9	7.6	849	41.9	3.3	4.7
0.150		1780	88.3			1309	64.6			958	47.8		
0.200	105.460	1912	94.3	8.6	8.2	1463	72.2	7.7	7.3	1092	53.9	5.2	4.9
0.300		2231	110.1			1749	86.3			1215	59.9		
0.400		2581	127.3			1818	89.7			1304	64.3		
0.500		2985	147.3			1938	95.6			1348	66.5		

OBSERVACIONES: \*Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



000820

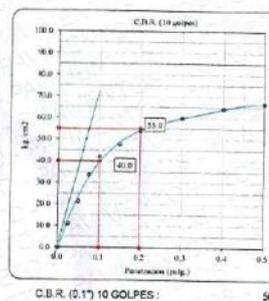
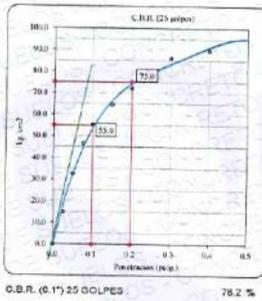
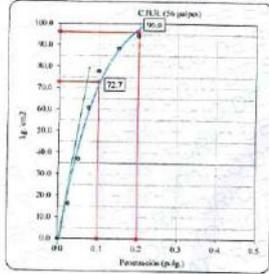
Este documento muestra el resultado de la inspección realizada a tal de ser reconocido con la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
Elaboración y control de calidad de los resultados aquí presentados.  
Este documento es una copia autorizada del expediente correspondiente y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificación de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	113
PAG 2 DE 2			
OBRA	: "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI:	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
	BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0003-0002-1158-705X)		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
UBICACION	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

**Datos de muestra**

Maxima Densidad Seca  $1.684 \text{ gr/cm}^3$   
Maxima Densidad Seca al 95%  $1.600 \text{ gr/cm}^3$

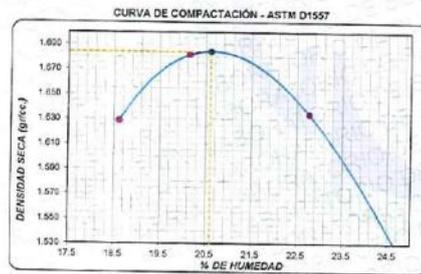
Optimo Contenido de Humedad  $20.6 \%$



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES: 102.4 %

C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 78.2 %

C.B.R. (0.1') 10 GOLPES: 56.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 103.4 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1': 61.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 91.0 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2': 67.3 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Qui Su H*  
Dra. Susi Huaracha  
INGENIERO CIVIL  
Colegio de Ingenieros del Peru Reg. N° 12875

000821

Este documento es propiedad de SUNING E.I.R.L. y no debe ser reproducido, copiado, distribuido o utilizado sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
El autor no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.  
Los resultados aquí informados solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	147
PAG : - 1	

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

PETICIONARIO: BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 7% CALICATA : C-1  
 LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-3  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

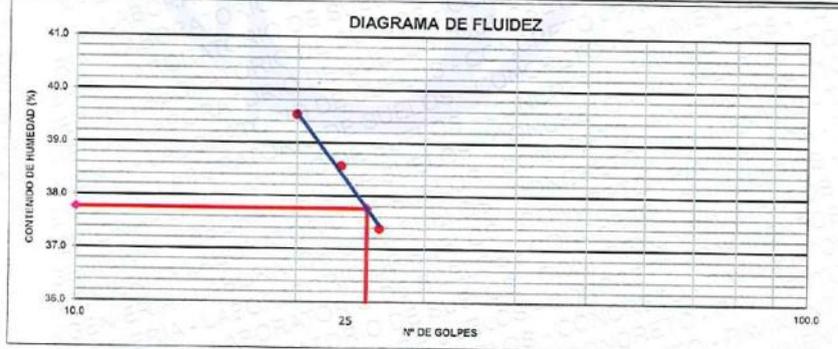
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		45.51	44.23	54.53
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		42.65	40.45	50.39
PESO DE AGUA (g)		2.86	3.78	4.14
PESO DEL TARRO (g)		35.00	30.65	39.92
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.65	9.80	10.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		37.39	38.57	39.54
NUMERO DE GOLPES		26	23	20

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		44.72	47.56
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		42.45	45.23
PESO DE AGUA (g)		2.27	2.33
PESO DEL TARRO (g)		34.94	37.53
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.51	7.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.23	30.26

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	37.8
LIMITE PLASTICO	30.3
INDICE DE PLASTICIDAD	7.5

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Quispe*  
 EDWIN QUISPE CCOLLA  
 INGENIERO CIVIL  
 Código de Registro del Prof. N° 121179

\* Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecte interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000822

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING	
S.E.	PM
N° E.	092
PAG. 1 - 1	

OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE. CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	
UBICACIÓN	BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 7%	ING. RESPONSABLE: D.S.H.
LUGAR	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021
CALICATA	C-1	F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021
MUESTRA	M-3	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

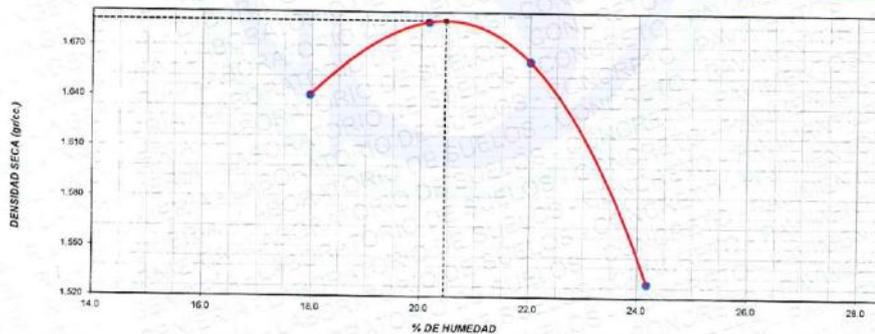
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.935	2.023	2.027	1.898
Contenido de agua	%	18.0	20.1	22.0	24.2
Densidad Seca	gr/cc	1.640	1.684	1.661	1.528

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	100.0		28
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			Método de Preparación
Método de Ensayo:	A			Humedo

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.524	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.685	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 20.5 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Quispe*  
 EDWIN QUISPE CCOLLA  
 INGENIERO CIVIL  
 George El Espinoza del Pino N° 121478

\* Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al experimento mencionado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000823

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING

S.E. CBR  
N° E. 114

PAG 7 DE 7

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) ING. RESPONSABLE : D.S.H.

UBICACIÓN : BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1159-705X) F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021

PUNO - SAN ROMAN - JULIACA F. EMISION : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 7% PROFUNDIDAD : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-S

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

Molde N°	13		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	56	25	25	10	10	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,196	12,230	12,456	12,564	12,312	12,385
Peso molde (gr.)	7,880	7,880	8,273	8,273	8,344	8,344
Peso suelo compactado (gr.)	4,315	4,350	4,183	4,291	3,968	4,041
Volumen del molde (cm³)	2,123	2,123	2,126	2,126	2,112	2,112
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,033	2,046	1,968	2,018	1,879	1,913
Densidad Seca (gr./cm³)	1,584	1,695	1,634	1,668	1,553	1,582
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso de tara (gr.)	25.2	25.2	34.8	35.3	34.2	34.5
Tara + suelo húmedo (gr.)	77.1	72.1	135.6	85.2	144.5	118.2
Tara + suelo seco (gr.)	68.2	64.0	118.5	74.8	125.4	103.7
Peso de agua (gr.)	8.9	9.1	17.1	10.4	19.1	14.5
Peso de suelo seco (gr.)	43.0	38.9	83.9	49.5	91.2	89.2
Humedad (%)	20.7	20.9	20.4	21.0	20.9	21.0

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-Ago	16:30	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24-Ago	16:30	24	0.005	0.13	0.11	0.005	0.15	0.13	0.004	0.10	0.09
25-Ago	16:30	48	0.006	0.15	0.13	0.008	0.20	0.17	0.008	0.20	0.18
26-Ago	16:30	72	0.008	0.20	0.17	0.009	0.23	0.20	0.009	0.23	0.20
27-Ago	16:30	96	0.008	0.20	0.17	0.008	0.23	0.20	0.010	0.25	0.22

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 13						Molde N° 14						Molde N° 15					
		Carga		Corrección		CBR %		Carga		Corrección		CBR %		Carga		Corrección		CBR %	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %			kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %			kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %		
0.025		335	16.5					303	14.9					229	11.3				
0.050		751	37.1					666	33.0					436	21.5				
0.075		1239	61.1					948	46.8					692	34.1				
0.100	70.307	1581	78.0	5.4	7.7	1125	55.5	4.9	7.0	856	42.2	3.3	4.7	975	48.1				
0.150		1795	88.5			1316	64.9			1099	54.2	5.2	4.9	1225	60.4				
0.200	105.460	1916	94.5	8.6	8.2	1475	72.8	7.7	7.3	1309	64.6			1509	74.6				
0.300		2241	110.6			1759	86.8			1632	80.7			1852	92.7				
0.400		2592	127.9			1821	89.8												
0.500		2995	147.8			1945	95.0												

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



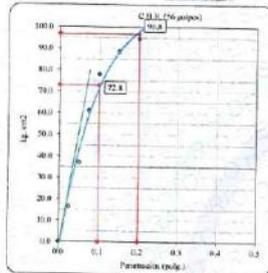
000824

Este documento fue producido en representación de la entidad contratante y es de propiedad exclusiva de esta. No se permite su reproducción total o parcial sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
El responsable de este documento es el profesional que lo elaboró, o la institución responsable de los resultados aquí declarados.  
Este documento es válido solo en el ámbito de la relación contractual que lo genera y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad o productos o servicios de calidad de la entidad que lo produce.

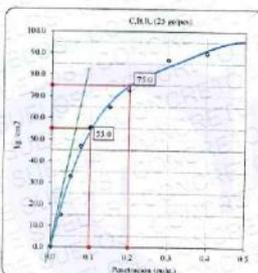
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 001 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		S.E.	CBR
		N° E.	114
PAG 2 DE 2			
OBRA	: APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0300-0302-7829-4442) BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 7%		PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-3		

**Datos de muestra**

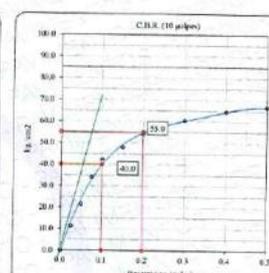
Maxima Densidad Seca 1.585 gr/cm<sup>3</sup>      Ótimo Contenido de Humedad 20.5 %  
 Maxima Densidad Seca al 95% 1.501 gr/cm<sup>3</sup>



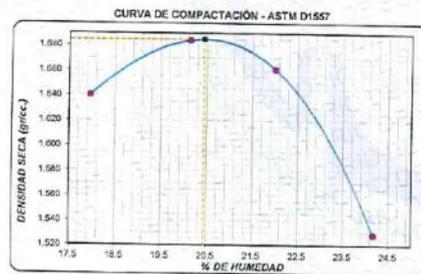
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 103.6 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 76.2 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES : 56.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 103.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1' : 81.8 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 91.8 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2' : 67.6 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario

*SUNING*  
 Ingeiero Suni Inuazaca  
 INGENIERO CIVIL  
 Decreto de Regulación del Povo. No. 1347/95

000825

\* No se permite ni vende la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El usuario no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Las especificaciones técnicas aplicadas a este informe son referenciales al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº E.	141
PAG 1 - 1	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-765X)

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 9% CALICATA: C-1

LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA: M-1

PROFUND. (M.): 0.50 m

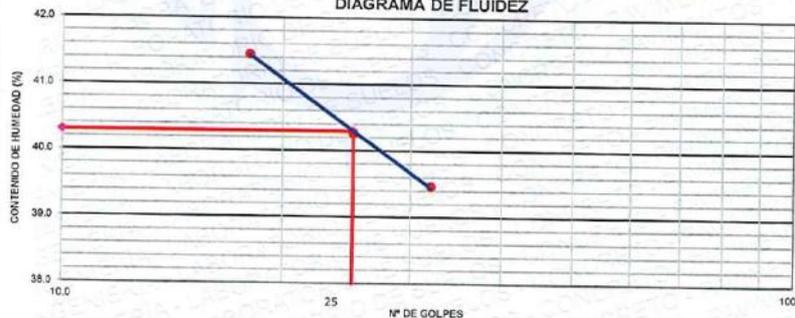
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		40.20	38.54	39.23
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		35.17	34.32	34.68
PESO DE AGUA (g)		5.04	4.22	4.57
PESO DEL TARRO (g)		22.41	23.85	23.64
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.76	10.47	11.03
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		39.47	40.26	41.45
NUMERO DE GOLPES		32	25	18

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		28.71	30.84
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		26.05	27.76
PESO DE AGUA (g)		2.66	3.08
PESO DEL TARRO (g)		18.20	18.65
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.85	9.11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		33.89	33.81

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	40.3
LIMITE PLASTICO	33.9
INDICE DE PLASTICIDAD	6.5

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000000

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 086

PAG. 1 - 1

OBRA : "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-765X)

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.  
 F. INGRESO : 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 9% PROFUNDIDAD(m) : 0.50 m.

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALCATA : C-1

MUESTRA : M-1

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

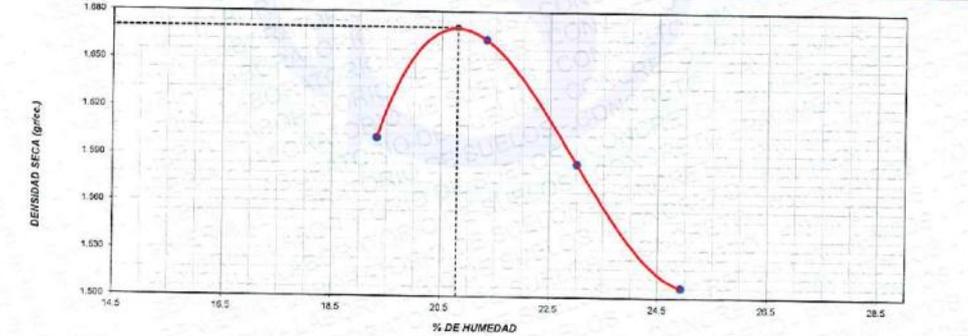
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.910	2.017	1.949	1.882
Contenido de agua	%	19.3	21.3	23.0	24.9
Densidad Seca	gr/cc	1.800	1.862	1.584	1.506

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0,0	G. Fracción Sobretamaño		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0,0	---		Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0,0	---		Humedo	
Método de Ensayo:	A	---		---	

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.377	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.670	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima: 20.8 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 D. Cesar Suni Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 121479

\* Esta firmadamente prohibido su reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000827

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1998)

SLAB - Rev. 001 - 2019	
LAB. SUNING	
S.E.	CBR
N° E.	108
PAG. 1 DE 2	

OBRA: "APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)      ING. RESPONSABLE: D.S.H.

UBICACION: BACH. EDWIN QUISPE COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)      F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%      F. EMISION: 31 de Agosto de 2021

LUGAR: CIRCUNVALACION II, JULIACA      PROFUNDIDAD: 0.50 m.

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-1

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

Molde N°	9		7		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		3		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12,763	12,786	12,073	12,200	12,135	12,381
Peso molde (gr.)	8,520	8,520	8,030	8,030	8,344	8,344
Peso suelo compactado (gr.)	4,243	4,266	4,043	4,170	3,791	4,037
Volumen del molde (cm³)	2,116	2,116	2,126	2,126	2,112	2,112
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,005	2,017	1,896	1,959	1,795	1,911
Densidad Seca (gr./cm³)	1,672	1,681	1,576	1,606	1,491	1,515

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	9	7	15
Peso de tara (gr.)	23.7	23.5	23.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	123.1	147.8	131.8
Tara + suelo seco (gr.)	106.6	127.1	113.4
Peso de agua (gr.)	16.5	20.7	18.4
Peso de suelo seco (gr.)	82.8	103.6	89.9
Humedad (%)	20.0	20.0	20.5

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hors	Tiempo Hr	Días 0.001"	Expansión		Días 0.001"	Expansión		Días 0.001"	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23-Ago	15:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24-Ago	15:00	24	0.003	0.08	0.07	0.003	0.08	0.07	0.004	0.10	0.09
25-Ago	15:00	48	0.003	0.08	0.07	0.003	0.08	0.07	0.008	0.20	0.18
26-Ago	15:00	72	0.004	0.10	0.09	0.005	0.13	0.11	0.009	0.23	0.20
27-Ago	15:00	96	0.005	0.13	0.11	0.005	0.13	0.11	0.010	0.25	0.22

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 9				Molde N° 7				Molde N° 15			
		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		406	20.1			223	11.0			125	6.2		
0.050		844	41.6			597	29.5			308	15.2		
0.075		1279	63.1			728	35.9			412	20.3		
0.100	70.307	1482	73.1	5.4	7.7	928	45.8	4.9	7.0	499	24.6	3.3	4.7
0.150		1757	85.7			1068	52.7			559	27.6		
0.200	105.460	2134	105.3	8.6	8.2	1208	59.6	7.7	7.3	631	31.1	5.2	4.9
0.300		2526	124.7			1435	70.8			788	38.9		
0.400		2824	139.3			1505	74.3			846	41.7		
0.500		3096	152.7			1609	79.4			954	47.1		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

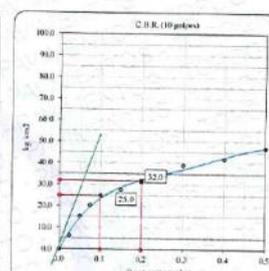
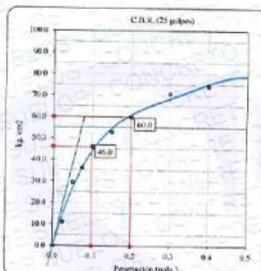
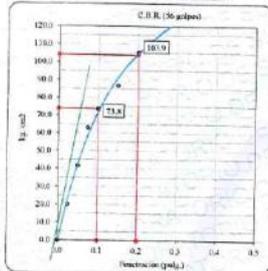


000828

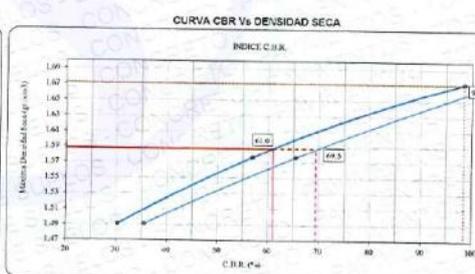
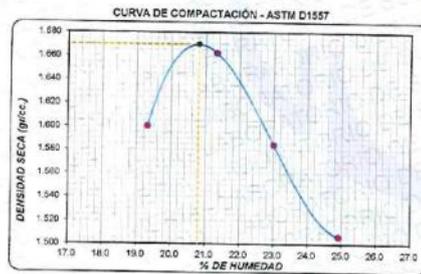
\* Esta información es confidencial y no debe ser divulgada a terceros sin el consentimiento escrito de SUNING E.I.R.L.  
 El responsable de este informe es el responsable del material, de la información suministrada de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe son válidos únicamente en el momento de su emisión y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de cualquier otro tipo.

GRAFICO - (C.B.R.)		LAB. SUNING	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		S.E.	CBR
		N° E.	108
OBRA	"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"	ING. RESPONSABLE :	D.S.H.
PETICIONARIO:	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7525-4442)	F. EJECUCION :	10 de Agosto de 2021
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISION :	31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1		

Datos de muestra  
 Máxima Densidad Seca 1.670 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.587 gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad 20.8 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 105.0 %  
 C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 65.4 %  
 C.B.R. (0.1") 10 GOLPES: 35.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 105.0 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 81.0 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 98.5 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 80.5 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*[Signature]*  
 Director Sumi Inasacha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 171177

000890

Queda terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de SUNING E.I.R.L.  
 El usuario no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Este resultado de ensayo, informe o sea estar relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SLAB - Rev. 001 - 2019

LAB. SUNING	
S.E.	LC
Nº.E.	142
PAG 1 - 1	

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA : \*APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

PETICIONARIO : BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)  
 : BACH. EDWIN QUISPE COCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

ING. RESPONSABLE : D.S.H.

F. EJECUCIÓN : 10 de Agosto de 2021

F. EMISIÓN : 31 de Agosto de 2021

#### DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 9% CALICATA : C-1

LUGAR : CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-2

PROFUND. (M.) : 0.50 m

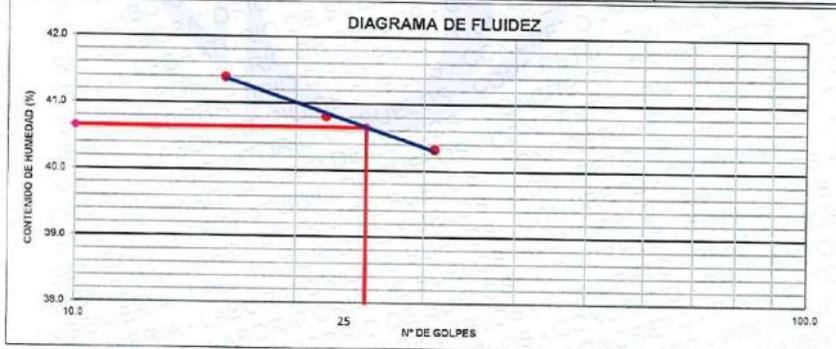
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		39.32	38.35	39.02
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		34.96	34.12	34.66
PESO DE AGUA (g)		4.36	4.23	4.36
PESO DEL TARRO (g)		24.15	23.75	24.12
PESO DEL SUELO SECO (g)		10.81	10.37	10.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		40.33	40.81	41.39
NUMERO DE GOLPES		31	22	16

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		27.39	25.05
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		24.08	22.29
PESO DE AGUA (g)		3.31	2.76
PESO DEL TARRO (g)		14.37	14.19
PESO DEL SUELO SECO (g)		9.71	8.10
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		34.08	34.07

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	40.7
LIMITE PLASTICO	34.1
INDICE DE PLASTICIDAD	6.6

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCTOR MODIFICADO**

(Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)

(Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING	
S.E.	PM
N° E.	087
PAG 1 - 1	

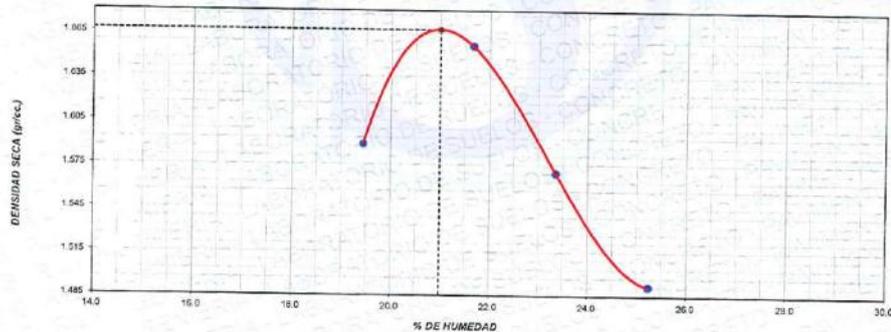
OBRA	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)	ING. RESPONSABLE: D.S.H.
UBICACIÓN	BACH. EDWIN QUISEPÉ COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021
	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 9%	PROFUNDIDAD(m) 0.50 m.
LUGAR	: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: M-2	

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.898	2.015	1.935	1.868
Contenido de agua	%	19.4	21.7	23.4	25.2
Densidad Seca	gr/cc	1.589	1.656	1.570	1.482
SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamano		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	---		Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0			Humedo	
Método de Ensayo:	A				

PESO UNITARIO MAXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.348	kN/m <sup>3</sup>	
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.667	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima: 21.0 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Qui Sum*  
 Daniel Sumi Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú No. 131078

\* Este firmantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe sólo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificaciones de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

000831

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

SLAB - Rev. 001 - 2019 <b>LAB. SUNING</b> S.E. _____ CBR N° E. _____ 109 PAG. 1 - 2	
OBRA	"APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA"
PETICIONARIO	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7628-4442)
UBICACION	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA
CALICATA	C-1
MUESTRA	M-2
ING. RESPONSABLE	D.S.H.
F. EJECUCION	10 de Agosto de 2021
F. EMISION	31 de Agosto de 2021
PROFUNDIDAD	0.50 m.

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

	Molde N° 10		Molde N° 12		Molde N° 11	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10		12		11	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12,250	12,384	12,582	12,743	11,537	11,829
Peso molde (gr.)	8,005	8,005	8,592	8,592	7,852	7,852
Peso suelo compactado (gr.)	4,245	4,389	3,990	4,151	3,685	3,977
Volumen del molde (cm³)	2,130	2,130	2,118	2,118	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,993	2,061	1,884	1,960	1,738	1,873
Densidad Seca (gr./cm³)	1,867	1,720	1,580	1,601	1,448	1,475

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	Molde N° 10	Molde N° 12	Molde N° 11
Peso de tara (gr.)	23.9	16.7	14.6
Tara + suelo húmedo (gr.)	128.8	86.7	82.6
Tara + suelo seco (gr.)	111.6	75.4	54.5
Peso de agua (gr.)	17.2	11.3	8.1
Peso de suelo seco (gr.)	87.7	58.8	40.5
Humedad (%)	19.6	19.2	19.9

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"		Expansión		Dial 0.001"		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
23-Ago	17:00	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
24-Ago	17:00	24	0.000	0.00	0.005	0.13	0.007	0.18	0.007	0.15
25-Ago	17:00	48	0.001	0.03	0.005	0.15	0.007	0.18	0.007	0.15
26-Ago	17:00	72	0.002	0.05	0.006	0.15	0.007	0.18	0.007	0.15
27-Ago	17:00	96	0.002	0.05	0.007	0.16	0.008	0.20	0.008	0.18

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 12				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		488	24.1			115	5.7			150	7.4		
0.050		816	40.2			913	30.2			310	15.3		
0.075		1115	55.0			823	40.6			412	20.3		
0.100	70.307	1470	72.5	5.4	7.7	999	49.3	4.9	7.0	495	24.4	3.3	4.7
0.150		1886	93.1			1180	57.2			578	28.4		
0.200	105.460	2118	104.5	8.6	8.2	1300	64.1	7.7	7.3	623	30.7	5.2	4.9
0.300		2554	128.0			1599	78.9			735	36.3		
0.400		2902	143.2			1755	86.6			785	38.7		
0.500		3198	157.8			1959	96.8			900	44.4		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el pensionero.



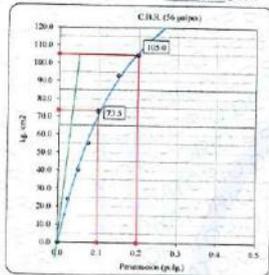
000832

Este documento permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El autor no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.  
 El autor no se responsabiliza de los resultados de los ensayos y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o servicios de acuerdo a la calidad de la entidad que lo produce.

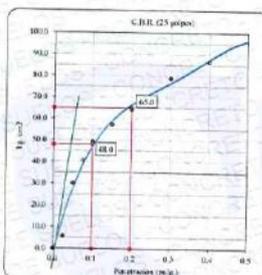
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 081 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N° E.	109
FMSD # 12			
OBRA	: APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA*		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442) BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1156-705X)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%	PROFUNDIDAD m.	0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-2		

**Datos de muestra**

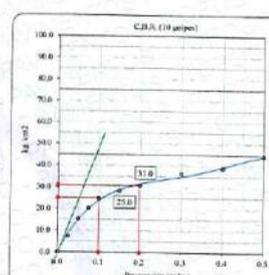
Maxima Densidad Seca  $1.667 \text{ gr/cm}^3$   
 Maxima Densidad Seca al 95%  $1.584 \text{ gr/cm}^3$   
 Optimo Contenido de Humedad  $21.0 \%$



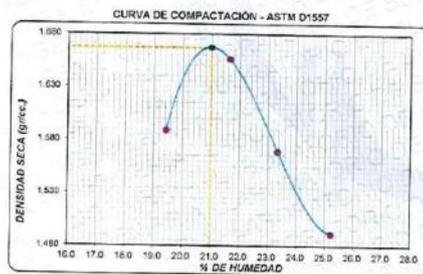
C.B.R. (0.1') 55 GOLPES: 104.6 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES: 98.3 %



C.B.R. (0.1') 10 GOLPES: 35.8 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 104.5 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1': 92.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 99.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2': 89.0 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**SUNING**  
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA  
 INGENIERO CIVIL  
 Calle Arguedas 66A L1 14 - JULIACA - PERU

000833

\* No es recomendable prohibir la reproducción parcial o total de este documento en la información escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El autor(es) no se hace responsable del mal uso, de la incorrecta interpretación de los resultados aquí expresados.  
 Los resultados de una misma serie están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un evidencia de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LAB. SUNING	
S.E.	LC
N° E.	148
PAG 1 - 1	

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(Normas Nacionales: MTC E 110, MTC E 111, NTP 339.129:1999)

OBRA: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"  
 Peticionario: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7829-4442)  
 BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)  
 Ubicación: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 ING. RESPONSABLE: D.S.H.  
 F. EJECUCION: 10 de Agosto de 2021  
 F. EMISIÓN: 31 de Agosto de 2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACIÓN DE OXIDO DE CALCIO AL 9% CALICATA : C-1  
 LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA MUESTRA : M-3  
 PROFUND. (M.) : 0.50 m

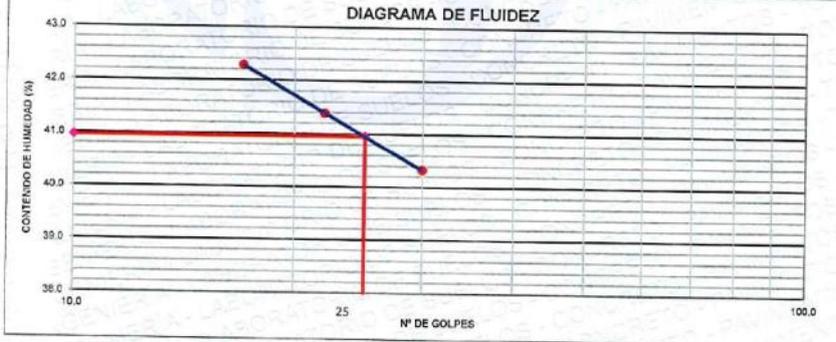
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	49.32	48.35	49.02
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	44.96	44.12	44.66
PESO DE AGUA	(g)	4.36	4.23	4.36
PESO DEL TARRO	(g)	34.15	33.90	34.35
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.81	10.22	10.31
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.33	41.39	42.29
NUMERO DE GOLPES		30	22	17

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	37.36	35.05
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	34.07	32.26
PESO DE AGUA	(g)	3.31	2.77
PESO DEL TARRO	(g)	24.38	24.17
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.59	8.11
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.16	34.16

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	41.0
LIMITE PLASTICO	34.2
INDICE DE PLASTICIDAD	6.8

Observaciones: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.



\* Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 \* Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

000834

**PROCTOR MODIFICADO**  
 (Normas Nacionales: NTP 339.141:1999)  
 (Norma Internacional: ASTM D1557-12e1)

SLAB - Rev. 002 - 2021

LAB. SUNING

S.E. PM

N° E. 093

PAG. 1 - 1

OBRA: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"

PETICIONARIO: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7826-4442)      ING. RESPONSABLE: D.S.H.

UBICACIÓN: BACH. EDWIN QUISEPÉ COLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)      F. INGRESO: 10 de Agosto de 2021

: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA      F. EMISION: 31 de Agosto de 2021

MATERIAL: SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%      PROFUNDIDAD(m): 0.50 m.

LUGAR: CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-3

Volumen Molde	940	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3576	gr.

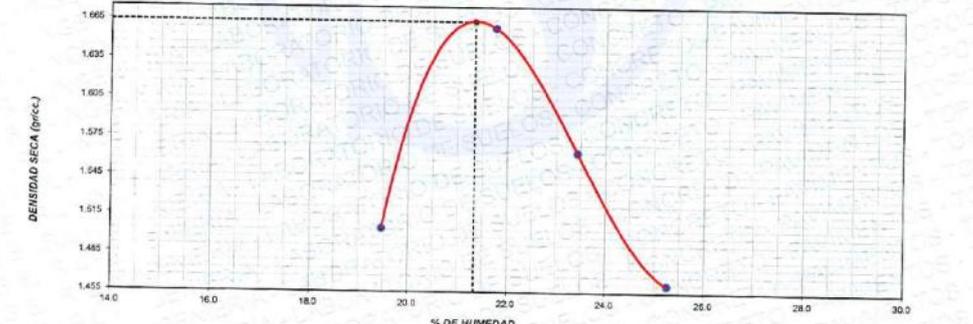
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.797	2.020	1.930	1.830
Contenido de agua	%	19,5	21,8	23,4	25,3
Densidad Seca	gr/cc	1.504	1.659	1.553	1.461

SELECCIÓN DE MÉTODO		Fracción de Ensayo (%)		Humedad de Recepción (%)	
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.0	G. Fracción Sobretamaño		28	
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.0	—		Método de Preparación	
% Ret. Tamiz No. 4:	0.0	—		Humedo	
Método de Ensayo:	A	—		—	

PESO UNITARIO MÁXIMO (kN/m <sup>3</sup> )	16.318	kN/m <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima:	21.3 %
MÁXIMA DENSIDA SECA	1.664	gr/cm <sup>3</sup>		

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

*Quiqui*  
 Quiqui Huaracha  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú Reg. N° 121473

\* Esta herramienta prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 \* El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

000835

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - (C.B.R.)**  
 (Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339.145:1999)

		SLAB - Rev. 001 - 2019
		<b>LAB. SUNING</b>
		S.E.                      CBR
		N° E.                      115
<small>PÁG. 1 DE 12</small>		
OBRA :	"APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA"	
PETICIONARIO :	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7629-4442)	
UBICACIÓN :	BACH. EDWIN QUISPE COOLLA (COD. ORCID 0000-0002-1158-705X)	ING. RESPONSABLE : D.S.H.
	PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL :	SUBRASANTE - APLICACIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO AL 9%	
LUGAR :	CIRCUNVALACIÓN II, JULIACA	PROFUNDIDAD : 0.50 m.
CALICATA :	C-1	
MUESTRA :	M-3	

CÁLCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	1	2	3	4	5	6							
Número de capas	5	5	5	5	5	5							
Número de golpes	56	25	10	10	10	10							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo - molde (gr.)	13,029	13,090	12,860	13,005	12,870	13,120							
Peso molde (gr.)	8,742	8,742	8,804	8,804	8,040	9,040							
Peso suelo compactado (gr.)	4,287	4,348	4,056	4,201	3,830	4,080							
Volumen del molde (cm³)	2,119	2,119	2,123	2,123	2,124	2,124							
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,023	2,052	1,911	1,978	1,803	1,921							
Densidad Seca (gr./cm³)	1,665	1,684	1,575	1,602	1,490	1,516							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	24,8	24,8	17,5	24,8	24,8	23,1							
Tara + suelo húmedo (gr.)	129,8	136,8	87,6	141,2	72,3	134,5							
Tara + suelo seco (gr.)	111,2	116,7	76,3	119,0	64,0	115,0							
Peso de agua (gr.)	18,6	20,1	12,3	22,2	8,3	23,5							
Peso de suelo seco (gr.)	88,4	91,9	67,7	84,4	39,4	87,9							
Humedad (%)	21,5	21,9	21,3	23,5	21,0	26,7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.001"			Dial 0.001"			Dial 0.001"				
			Expansión		Dial 0.001"	Expansión		Dial 0.001"	Expansión				
			mm	%		mm	%		mm	%	mm	%	
23-Ago	17:00	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00			
24-Ago	17:00	24	0.001	0.03	0.02	0.004	0.10	0.005	0.13	0.11			
25-Ago	17:00	48	0.002	0.05	0.04	0.005	0.15	0.005	0.15	0.13			
26-Ago	17:00	72	0.003	0.08	0.07	0.007	0.18	0.005	0.20	0.17			
27-Ago	17:00	96	0.004	0.10	0.08	0.008	0.20	0.010	0.25	0.22			
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		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		482	23.8			110	5.4			141	7.0		
0.050		811	40.0			804	29.8			301	14.9		
0.075		1109	54.7			814	40.2			402	19.8		
0.100	70.307	1460	72.0	5.4	7.7	981	48.4	4.9	7.0	499	24.6	3.3	4.7
0.150		1875	92.5			1102	54.4			588	28.1		
0.200	105.480	2108	104.0	8.6	8.2	1235	60.9	7.7	7.3	612	30.2	5.2	4.9
0.300		2541	125.4			1547	76.3			730	36.0		
0.400		2891	142.6			1735	86.6			774	38.2		
0.500		3175	156.6			1980	97.7			892	44.0		

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

  
**Ing. Sumi Huarcaba**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegio de Ingenieros del Perú, N° 124726

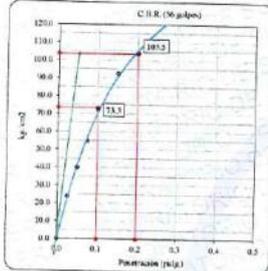
000296

Esta certificación prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El responsable de la información es el emisor. No se garantiza la veracidad de los datos ni la exactitud de los resultados.  
 Los resultados de este informe deben ser relacionados al momento de su emisión y no deben ser utilizados como un certificado de conformidad de productos o servicios de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

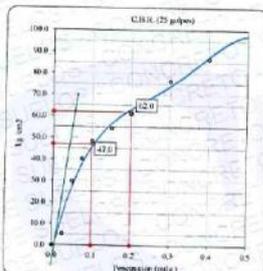
GRAFICO - (C.B.R.)		SLAB - Rev. 091 - 2019	
(Normas Nacionales: MTC E-132, NTP 339,145,1999)		LAB. SUNING	
		S.E.	CBR
		N.E.	115
PAG. 2 - 12			
OBRA	: APLICACION DE OXIDO DE CALCIO Y CLORURO DE MAGNESIO PARA MEJORAR CAPACIDADES FISICAS MECANICAS DE LA SUBRASANTE, CIRCUNVALACION II, JULIACA		ING. RESPONSABLE : D.S.H.
PETICIONARI	: BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI (COD. ORCID 0000-0002-7626-4442)		F. EJECUCION : 10 de Agosto de 2021
UBICACION	: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		F. EMISION : 31 de Agosto de 2021
MATERIAL	SUBRASANTE - APLICACION DE OXIDO DE CALCIO AL 9%		PROFUNDIDAD m. 0.50 m.
LUGAR	CIRCUNVALACION II, JULIACA		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-3		

**Datos de muestra**

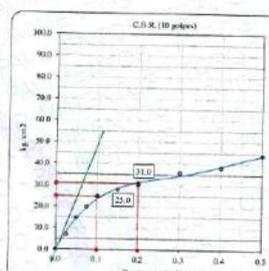
Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.664 gr/cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 21.3 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.581 gr/cm<sup>3</sup>



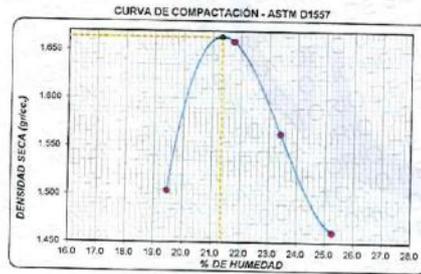
C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 104.2 %



C.B.R. (0.17) 25 GOLPES : 98.9 %



C.B.R. (0.17) 10 GOLPES : 35.6 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 104.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 60.5 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 98.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 68.9 %

OBSERVACIONES: \* Muestras fueron depositadas en laboratorio e identificadas por el peticionario.

**DIPLOMATADO**  
 Daniel Sami Huasra  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado N° 11749

000837

Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de SUNING E.I.R.L.  
 El solicitante no es responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Este resultado de laboratorio solo está relacionado al espécimen ensayado y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de producción o existencia de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## Anexo 4. Certificados de calibración de los equipos

ARSOU GROUP		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	Página 1 de 3
Laboratorio de Metrología		N° 1168-116-2020	
Fecha de emisión	2020/11/09	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>	
Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA		
Dirección	AV. ARGUEDAS MZA. EBA LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
Instrumento de medición	BALANZA		
Identificación	1168-116-2020		
Intervalo de indicación	30000 g		
División de escala Resolución	1 g		
División de verificación (e)	1 g		
Tipo de indicación	DIGITAL		
Marca / Fabricante	OHAUS		
Modelo	R31P30		
N° de serie	8847537348		
Procedencia	USA		
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA		
Fecha de calibración	2020/11/09		
<b>Método/Procedimiento de calibración</b> "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)			
 <b>ARSOU GROUP S.A.C</b> Ing. Hugo Luis Arevalo Caralca METROLOGÍA			
<b>ARSOU GROUP S.A.C.</b> Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com			



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 10000 g			Carga L1= 20000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	10000.0	0.001	-0.001	20000	0.005	-0.002
2	10000.0	0.002	-0.004	20000	0.004	-0.004
3	10000.0	0.004	-0.005	20000	0.006	-0.004
4	10000.0	0.003	-0.007	20000	0.003	-0.009
5	10000.0	0.003	-0.009	20000	0.005	-0.012
6	10000.0	0.004	-0.001	20000	0.007	-0.014
7	10000.0	0.004	-0.004	20000	0.003	-0.01
8	10000.0	0.007	-0.008	20000	0.005	-0.009
9	10000.0	0.006	-0.004	20000	0.004	-0.007
10	10000.0	0.005	-0.003	20000	0.004	-0.008

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
10000	0	0.5
20000	0	1

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		500	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		500	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		500	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		500	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
5.0	5	0.004	-0.001						0.5
10.0	10	0.006	0.004	0.004	10	0.006	0.001	0.004	0.5
50.0	50	0.002	-0.005	0.003	50	0.005	0.004	-0.003	0.5
100.0	100	0.002	0.004	0.005	100	0.009	-0.003	-0.003	0.5
500.0	500	0.009	0.004	0.008	500	0.005	0.005	0.001	0.5
1000.0	1000	0.004	0.008	0.002	1000	0.004	-0.004	0.003	0.5
2000.0	2000	0.005	0.008	0.003	2000	0.007	0.004	0.004	0.5
5000.0	5000	0.004	0.004	0.005	5000	0.005	-0.03	-0.002	0.5
10000.0	10000	0.009	0.004	0.004	10000	0.003	-0.008	-0.01	1
20000.0	20000	0.015	0.008	0.001	20000	0.014	-0.014	-0.01	1
30000.0	30000	0.19	0.006	0.005	30000	0.02	-0.015	-0.018	1

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.01239 \text{ g}^2 + 0.000000010835 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 1.656045231 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza ( g )

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1163-116-2020

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2020/11/09

**Solicitante** **CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD**

**Dirección** AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDORAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Instrumento de medición** **BALANZA**

Identificación 1163-116-2020

Intervalo de indicación 600 g

División de escala Resolución 0.1 g

División de verificación (e) 0.1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo SE602F

N° de serie B528438335

Procedencia USA

**Lugar de calibración** Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2020/11/09

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica*  
**METROLOGÍA**



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300 g			Carga L1= 600 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.0	0.001	-0.001	600	0.005	-0.002
2	300.0	0.002	-0.004	600	0.004	-0.004
3	300.0	0.004	-0.005	600	0.006	-0.004
4	300.0	0.003	-0.007	600	0.003	-0.009
5	300.0	0.003	-0.009	600	0.005	-0.012
6	300.0	0.004	-0.001	600	0.007	-0.014
7	300.0	0.004	-0.004	600	0.003	-0.01
8	300.0	0.007	-0.008	600	0.005	-0.009
9	300.0	0.006	-0.004	600	0.004	-0.007
10	300.0	0.005	-0.003	600	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
300	0		0.05			
600	0		0.3			

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Caralica  
METROLOGÍA





**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación de E <sub>0</sub>					
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1.00	1.00	0.004	-0.001						0.1
5.00	5.00	0.006	0.004	0.004	5.00	0.006	0.001	0.004	0.1
10.00	10.00	0.002	-0.005	0.003	10.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
20.00	20.00	0.002	0.004	0.005	20.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
40.00	40.00	0.009	0.004	0.008	40.00	0.005	0.005	0.001	0.1
50.00	50.00	0.004	0.008	0.002	50.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
100.00	100.00	0.005	0.008	0.003	100.00	0.007	0.004	0.004	0.1
300.00	300.00	0.004	0.004	0.005	300.00	0.005	-0.03	-0.002	0.1
400.00	400.00	0.009	0.004	0.004	400.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
500.00	500.00	0.015	0.008	0.001	500.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5
600.00	600.00	0.19	0.006	0.005	600.00	0.02	-0.015	-0.018	0.5

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000054019412 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 211.420922081 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza ( g )

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1161-116-2020

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

<b>Fecha de emisión</b>	2020/11/09	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
<b>Solicitante</b>	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
<b>Dirección</b>	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
<b>Instrumento de medición</b>	PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA	
<b>Identificación</b>	1161-116-2020	
<b>Marca Prensa</b>	KAYZA CORP	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Serie</b>	2019-05	
<b>Celda de Carga</b>	TIPO S	
<b>Modelo</b>	H3-C3-5.0T-5B	
<b>Indicador</b>	DIGITAL	
<b>Modelo</b>	WEICHING	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Lugar de calibración</b>	Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
<b>Fecha de calibración</b>	2020/11/09	
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.	



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01  
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR		RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %		Ep %	Rp %	
500	500.5	499.3	0.10	-0.14	499.9	-0.02	0.17	
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04	
1500	1500.5	1499.8	0.03	-0.01	1500.2	0.01	0.03	
2000	2000.8	2000.8	0.04	0.04	2000.8	0.04	0.00	
2500	2501.5	2500.5	0.06	0.02	2501.0	0.04	0.03	
3000	3001.1	3000.8	0.04	0.03	3001.0	0.03	0.01	
3500	3502.1	3500.5	0.06	0.01	3501.3	0.04	0.03	
4000	4001.5	4000.2	0.04	0.00	4000.9	0.02	0.02	

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

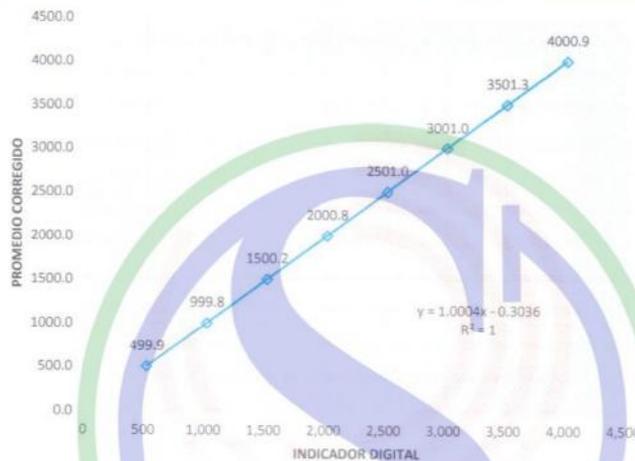
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
Donde:  $y = 1,0004x - 0,3036$   
Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)  
Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1160-116-2020

Página 1 de 5

<b>Fecha de emisión</b>	2020/11/09	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
<b>Solicitante</b>	<b>CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA</b>	
<b>Dirección</b>	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
<b>Instrumento de medición</b>	<b>HORNO DE LABORATORIO</b>	
Identificación	1160-116-2020	
Marca	ARSOU GROUP	
Modelo	HR702	
Serie	20190801	
Cámara	200 LITROS	
Ventilación	NATURAL	
Pirómetro	DIGITAL	
Procedencia	PERÚ Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Ubicación		
Fecha de calibración	2020/11/09	
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.	



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Signature]*  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1160-116-2020

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TEMPERATURA**

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	1.0
0:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
0:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
0:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
0:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	0.7
0:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
0:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
0:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	0.8
0:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
0:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
0:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
0:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	0.9
0:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
0:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	0.7
0:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
0:30	110	110.4	110.2	110.9	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	0.9
0:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
0:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
0:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
0:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.7	110.4	110.4	110.5	0.8
0:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.6	110.3	110.5	0.8
0:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	0.9
0:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
0:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	0.8
0:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
0:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1		

**Nomenclatura:**

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



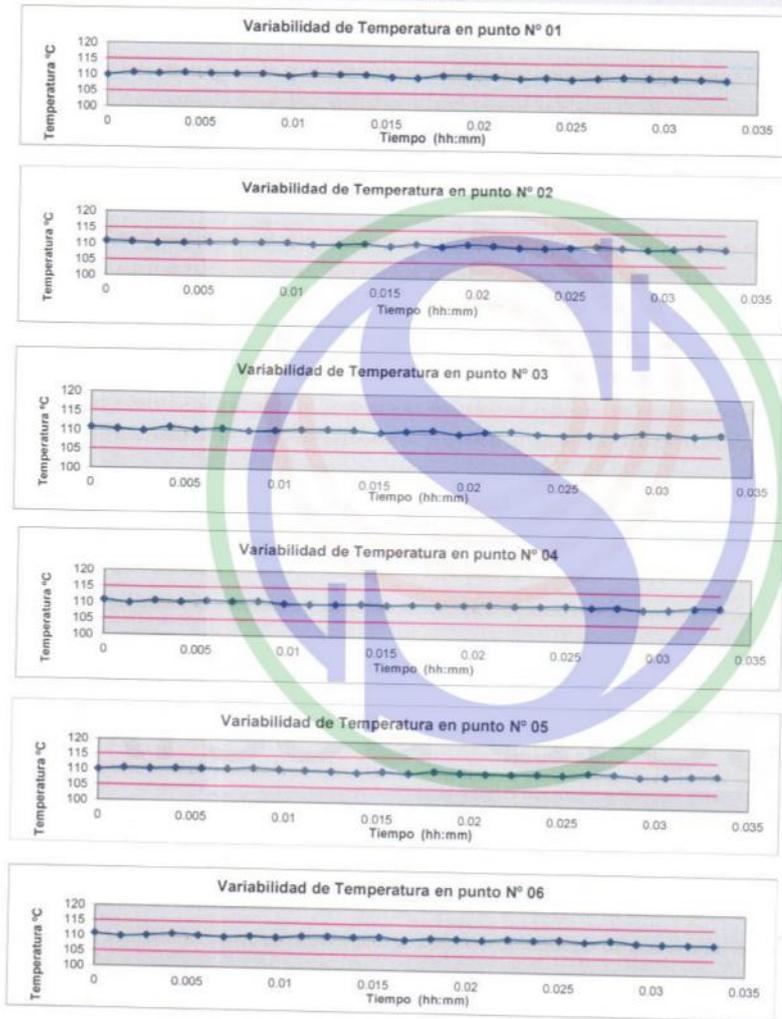
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Are: No Carnica  
METROLOGÍA



**GRÁFICO**



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

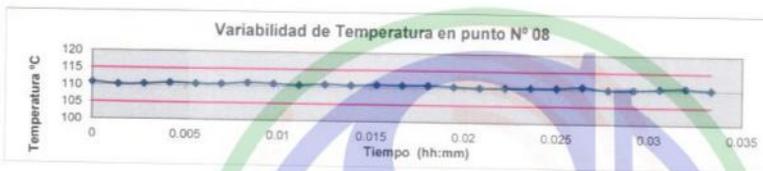
**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo *[Signature]* *[Signature]*  
MÉTROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1160-116-2020

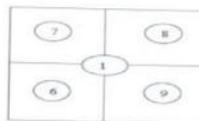
Página 4 de 5



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

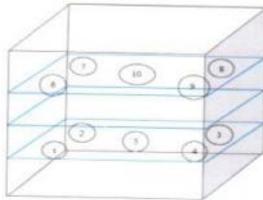


**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1160-116-2020

Página 5 de 5

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1166-116-2020

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/11/09
Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	1166-116-2020
Marca	BAKER
Modelo	2104-25
Serie	BCC140
Rango	25 mm
Sensibilidad	0.01 mm
Procedencia	USA
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/11/09

**Método/Procedimiento de calibración**

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Hugo Luis Arevalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1166-116-2020

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °c
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.025	0.025	0.0253
0.050	0.050	0.049	0.050	0.0497
0.075	0.074	0.075	0.073	0.0740
0.100	0.099	0.100	0.101	0.1000
0.150	0.148	0.149	0.149	0.1487
0.200	0.199	0.200	0.200	0.1997
0.300	0.300	0.299	0.300	0.2997
0.400	0.401	0.400	0.400	0.4003
0.500	0.500	0.550	0.500	0.5167
0.600	0.600	0.600	0.598	0.5993
0.700	0.700	0.699	0.700	0.6997
0.800	0.799	0.801	0.800	0.8000

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



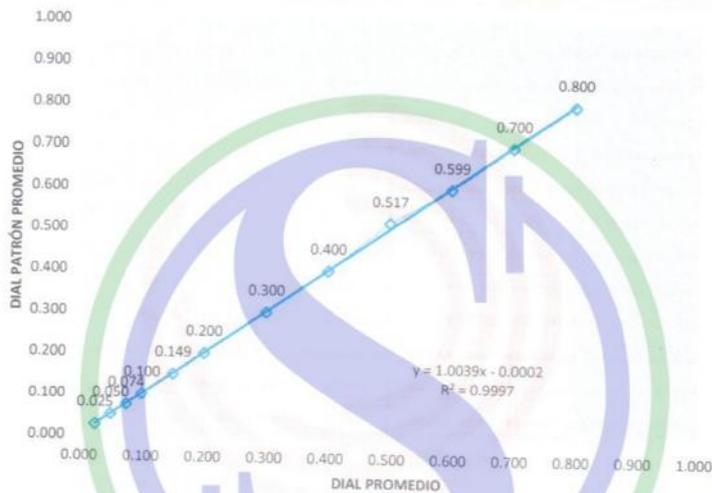
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
Donde:  
Coeficiente Correlación:

$$y = 1,0039x - 0,0002$$
$$R^2 = 1$$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1165-116-2020

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/11/09
Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	1165-116-2020
Marca	GENSIZE
Modelo	2104-25
Serie	5602098
Rango	0-30 in
Sensibilidad	0.01 in
Procedencia	USA
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/11/09

**Método/Procedimiento de calibración**

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1165-116-2020

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 18,3 °c      Final: 18,4 °C  
 Humedad Relativa      Inicial: 61 %hr      Final: 62 %hr  
 Presión Atmosférica      Inicial: 1015 mbar      Final: 1015 mbar

**Resultados**

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.025	0.025	0.0253
0.050	0.050	0.049	0.050	0.0497
0.075	0.074	0.075	0.073	0.0740
0.100	0.099	0.100	0.101	0.1000
0.150	0.148	0.149	0.149	0.1487
0.200	0.199	0.200	0.200	0.1997
0.300	0.300	0.299	0.300	0.2997
0.400	0.401	0.400	0.400	0.4003
0.500	0.500	0.550	0.500	0.5167
0.600	0.600	0.600	0.598	0.5993
0.700	0.700	0.699	0.700	0.6997
0.800	0.799	0.801	0.800	0.8000

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

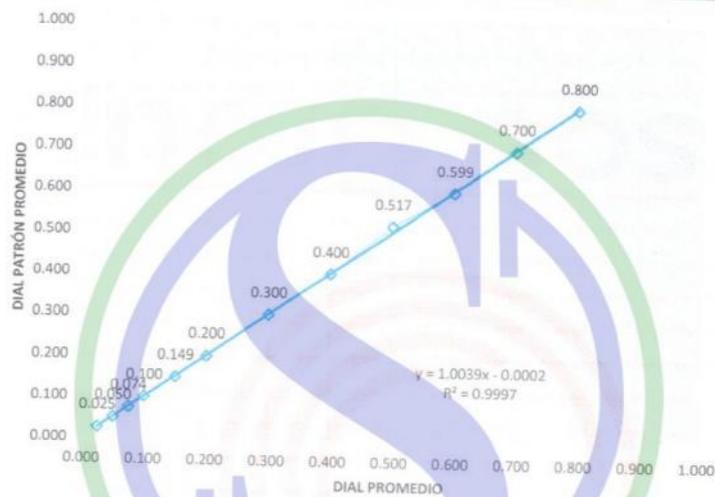


**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:

Coeficiente Correlación:

$$y = 1,0039x - 0,0002$$
$$R^2 = 1$$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1164-116-2020

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2020/11/09

**Solicitante** CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS  
EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Dirección** AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2  
CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN  
ROMAN - JULIACA

**Instrumento de medición** DÍAL INDICADOR

Identificación 1164-116-2020

Marca INSIZE

Modelo 2104-25

Serie 1531

Rango 0-1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia USA

**Lugar de calibración** Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA  
SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Fecha de calibración** 2020/11/09

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**Método/Procedimiento de calibración**

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.025	0.025	0.0253
0.050	0.050	0.049	0.050	0.0497
0.075	0.074	0.075	0.073	0.0740
0.100	0.099	0.100	0.101	0.1000
0.150	0.148	0.149	0.149	0.1487
0.200	0.199	0.200	0.200	0.1997
0.300	0.300	0.299	0.300	0.2997
0.400	0.401	0.400	0.400	0.4003
0.500	0.500	0.550	0.500	0.5167
0.600	0.600	0.600	0.598	0.5993
0.700	0.700	0.699	0.700	0.6997
0.800	0.799	0.801	0.800	0.8000

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
 Donde:  
 Coeficiente Correlación:  $y = 1,0039x - 0,0002$   
 $R^2 = 1$

X : Lectura dial (in)  
 Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1167-116-2020

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/11/09
Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	AV. ARGUEDAS MZA. E8A LOTE. 14 URB. LA CAPILLA (A 2 CDRAS ANTES DE CEMENT. LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	1167-116-2020
Marca	GENSIZE
Modelo	2104-25
Serie	8453
Rango	0-25 mm
Sensibilidad	0.01 in
Procedencia	USA
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/11/09

**Método/Procedimiento de calibración**

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1167-116-2020

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.024	0.025	0.025	0.0247
0.050	0.050	0.049	0.050	0.0497
0.075	0.074	0.075	0.073	0.0740
0.100	0.099	0.100	0.101	0.1000
0.150	0.148	0.149	0.149	0.1487
0.200	0.198	0.200	0.199	0.1990
0.300	0.300	0.299	0.300	0.2997
0.400	0.401	0.400	0.400	0.4003
0.500	0.500	0.550	0.500	0.5167
0.600	0.599	0.598	0.598	0.5983
0.700	0.700	0.699	0.700	0.6997
0.800	0.799	0.801	0.800	0.8000

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



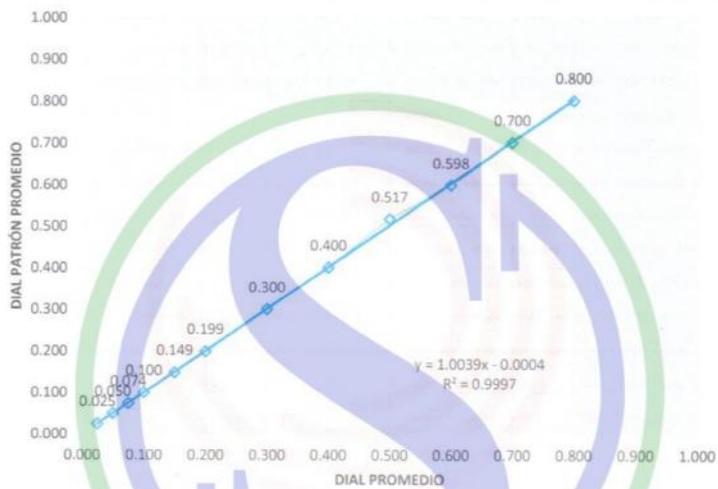
**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1167-116-2020

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:

Coeficiente Correlación:

$$y = 1,0039x - 0,0004$$
$$r^2 = 0,9997$$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



#### Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Diámetro externo: 150.8 mm.

Altura: 61.37 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: DISCO ESPACIADOR  
(FALSO FONDO PARA CBR).

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS144.

SERIE DEL PRODUCTO: 201

FECHA: 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad



Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelo, Asfalto, Concreto, Agregado y Granulometría

# CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que estar dentro de las tolerancias prescritas.

**ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN:** Las latas de humedad están fabricados en aluminio.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** LATA PARA HUMEDAD: (PESA-FILTROS) Ø40X20MM (20 ML).

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS

**CODIGO DEL PRODUCTO:** YF104-3

**FECHA:** 12/10/2020

Aprobado: Amed Castillo  
Control de calidad



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 522 0723  
Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
ventas@pys.pe / apoza@pys.pe  
www.pys.pe

# PyS

**EQUIPOS**

Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelo, Asfalto, Concreto, Agregado y Granulometría

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que estar dentro de las tolerancias prescritas.

**ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN:** Las latas de humedad están fabricados en aluminio.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** LATA DE ALUMINIO: (PESA-FILTROS) Ø70X38MM (130ML).

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS

**CODIGO DEL PRODUCTO:** YF104-1

**FECHA:** 12/10/2020



Aprobado: Amed Castillo  
Control de calidad

**PyS**  
**EQUIPOS**

Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 522 0723  
Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
ventas@pys.pe / apoza@pys.pe  
www.pys.pe



Equipos de Laboratorio para Ingeniería Civil: Suelos, Asfaltos, Concretos y Tamices

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

**Norma de ensayo:** ASTM D- 1883.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

**Molde:** 152.4 mm X 177.8 mm a (6" x 7").

**Collarín:** 50.8 mm (2").

**Base:** Perforada con agujeros de 1.58 mm de diámetro.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS138

**SERIE DEL PRODUCTO:** 498

**FECHA:** 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf: **485 3873**  
Cel: 94518 3033 / 94518 1317 / 97005 5989  
ventas@pys.pe / apoza@pys.pe  
[www.pys.pe](http://www.pys.pe)

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

**Norma de ensayo:** ASTM D- 1883.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

**Molde:** 152.4 mm X 177.8 mm a (6" x 7").

**Collarín:** 50.8 mm (2").

**Base:** Perforada con agujeros de 1.58 mm de diámetro.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS138

**SERIE DEL PRODUCTO:** 496

**FECHA:** 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Molde: 152.4 mm X 177.8 mm a (6" x 7").

Collarín: 50.8 mm (2").

Base: Perforada con agujeros de 1.58 mm de diámetro.

NOMBRE DEL PRODUCTO: MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS138

SERIE DEL PRODUCTO: 497

FECHA: 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Placa base: 149.23 mm. (5-7/8") perforada.  
N° de agujero: 42 de 1.59 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS140.

SERIE DEL PRODUCTO: 428

FECHA: 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Placa base: 149.23 mm. (5-7/8") perforada.  
Nº de agujero: 42 de 1.59 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS140.

SERIE DEL PRODUCTO: 429

FECHA: 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Placa base: 149.23 mm. (5-7/8") perforada.  
N° de agujero: 42 de 1.59 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS140.

SERIE DEL PRODUCTO: 430

FECHA: 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Abierta y cerrada peso: 2.27 kg (5 libras c/u)

Diámetro Interno: 53.98 mm.

Diámetro Externo: 149.23 a 150.81 mm.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS139.

**SERIE DEL PRODUCTO:** 449

**FECH:** 23/08/2019



Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Abierta y cerrada peso: 2.27 kg (5 libras c/u)

Diámetro Interno: 53.98 mm.

Diámetro Externo: 149.23 a 150.81 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS139.

SERIE DEL PRODUCTO: 450

FECH: 23/08/2019



Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

# CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

## ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Abierta y cerrada peso: 2.27 kg (5 libras c/u)

Diámetro Interno: 53.98 mm.

Diámetro Externo: 149.23 a 150.81 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS139.

SERIE DEL PRODUCTO: 451

FECH: 23/08/2019



Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

**ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:**

**Norma de ensayo:** ASTM D- 1883.

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

**Punto de Extensión:** 50.8 Milímetros.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** TRÍPODE DE EXPACIÓN PARA CBR.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS141.

**SERIE DEL PRODUCTO:** 200

**SERIE DEL DIAL:** 1531

**FECHA:** 23/08/2019

Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3100

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D1633 D1883 D3668  
AASHTO T193  
BS 1377:4 1924:2  
EN 13286-47 13286-4

PRODUCT DESCRIPTION: STANDARD SOIL COMPACTION HAMMER, 5.5 LB, 12 IN DROP

MODELO: LA-3100

SERIE: 130

DATE: 23/08/2019

CLIENT: CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L.

  
FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s), which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** AHLSTROM

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-3604-10

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** ASTM D1883  
AASHTO T193  
BS 1377:4 1924:2  
EN 13286-47 13286-4

**PRODUCT DESCRIPTION:** FILTER PAPER, 100/PKG, 5.9 IN (150 MM) DIAMETER.

**MODELO:** LA-3604-10

**DATE:** 12/10/2020

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

PAPER

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3105

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D1633 D1883 D3668  
AASHTO T193  
BS 1377:4 1924:2  
EN 13286-47 13286-4

PRODUCT DESCRIPTION: COMPACTION HAMMER, 10 LB, 18 IN DROP

MODEL: LA-3105

SERIE: 154

DATE: 01/07/2019

CLIENT: CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L.

  
\_\_\_\_\_  
FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3105

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D1633 D1883 D3668  
AASHTO T193  
BS 1377:4 1924:2  
EN 13286-47 13286-4

PRODUCT DESCRIPTION: COMPACTION HAMMER, 10 LB, 18 IN DROP

MODEL: LA-3105

SERIE: 155

DATE: 23/08/2019

CLIENT: CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SUNI INGENIEROS E.I.R.L.

  
FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

Anexo 5. Panel fotográfico

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>TESIS</b>	Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánicas de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca
<b>AUTORES</b>	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA
	
<b>Fotografía N° 01</b> Contenido de humedad natural	<b>Fotografía N° 02</b> Secado en el horno de las muestras de suelo
	
<b>Fotografía N° 03</b> Ensayo de límite líquido	<b>Fotografía N° 04</b> Cuarteo de la muestra de suelo de subrasante

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS

Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca

AUTORES

BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI

BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA

### Granulometría



Fotografía N° 05

Preparación de la muestra de suelo



Fotografía N° 06

Tamizado de la muestra de suelo



Fotografía N° 07

Tamizado de la muestra de suelo



Fotografía N° 08

Secado de la muestra de suelo

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>TESIS</b>	Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca
<b>AUTORES</b>	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA
<b>Proctor Modificado</b>	
	
<b>Fotografía N° 09</b>	<b>Fotografía N° 10</b>
Colocación de la muestra de suelo en el molde	Compactado de la muestra de suelo
	
<b>Fotografía N° 11</b>	<b>Fotografía N° 12</b>
Pesado de la molde con la muestra compactada	Enrazado de la muestra en el molde

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
<b>TESIS</b>	Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca
<b>AUTORES</b>	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA
<b>CBR</b>	
	
<b>Fotografía N° 13</b> Pesado de la muestra de suelo	<b>Fotografía N° 14</b> Pesado del molde de CBR
	
<b>Fotografía N° 15</b> Enrazado de la muestra en el molde de CBR	<b>Fotografía N° 16</b> Preparado del molde de CBR

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>TESIS</b>	Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca
<b>AUTORES</b>	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA
<b>CBR</b>	
	
<b>Fotografía N° 17</b>	<b>Fotografía N° 18</b>
Especímenes antes de ser sumergidos	Especímenes sumergidos
	
<b>Fotografía N° 19</b>	<b>Fotografía N° 20</b>
Escurrimiento del agua por 15 minutos	Muestras antes de ser llevadas a la prensa de CBR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
<b>TESIS</b>	Aplicación de óxido de calcio y cloruro de magnesio para mejorar capacidades físicas mecánica de la subrasante, Circunvalación II, Juliaca
<b>AUTORES</b>	BACH. JOHON CESAR CORNEJO PARI BACH. EDWIN QUISPE CCOLLA
<b>CBR</b>	
	
<b>Fotografía N° 21</b> Aplicación de la carga	<b>Fotografía N° 22</b> Proceso del ensayo de CBR
	
<b>Fotografía N° 23</b> Proceso del ensayo de CBR	<b>Fotografía N° 24</b> Pesado de las muestras luego del ensayo