



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av.
Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022”

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

AUTORES:

De La Cruz De La Cruz, Josué (ORCID: 0000-0003-3448-3402)
Herrera Zambrano, Héctor Alberto (ORCID: 0000-0002-4878-054X)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

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

AGRADECIMIENTOS

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

Al ingeniero Carlos Danilo Minaya Rosario; quién con su vasta y extensa plenitud de paciencia con su enseña, logrando así titularme como ingeniero civil.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	18
3.2. Variable y Operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de Análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
Referencias.....	47
Anexos.....	55

Índice de tablas

Tabla 01: Cantidad de muestras por ensayo	22
Tabla 02: Ensayos de laboratorio.....	23
Tabla 03: Tamizado de la muestra de la calicata c1	29
Tabla 04: Tamizado de la muestra de la calicata c2.....	30
Tabla 05: Tamizado de la muestra de la calicata c3.....	32
Tabla 06: Límites de Atterberg de la calicata c-2.....	34
Tabla 07: Proctor modificado de la calicata c2	35
Tabla 08: C.B.R. de la calicata c2 – estado natural.....	37
Tabla 09: Ensayo de límites de atterberg con la aplicación de cal y cloruro de sodio	38
Tabla 10: Proctor modificado con la aplicación de cal y cloruro de sodio	39
Tabla 11: Ensayo de C.B.R. con la aplicación de cal y cloruro de sodio	40

Índice de gráficos y figuras

Figura 01: Número de calicatas para exploración de suelos	20
Figura 02: Cantidad de ensayos CBR	21
Figura 03: Ubicación geográfica de Puente Piedra	26
Figura 04: Localización de la Av. Las Fresas	26
Figura 05: Calicata 1	27
Figura 06: Calicata 2 fuente: Elaboración propia.....	27
Figura 07: Calicata 3 fuente: Elaboración propia.....	28
Figura 08: Curva granulométrica de la Calicata 1	29
Figura 09: Curva granulométrica de la Calicata 2.....	31
Figura 10: Curva granulométrica de la Calicata 3.....	33
Figura 11: Límites de consistencia	34
Figura 12: Proctor modificado	35
Figura 13: Óptimo contenido de humedad inicial.....	36
Figura 14: Máxima Densidad Seca de la muestra inicial	36
Figura 15: C.B.R. vs la Máxima Densidad Seca de la Calicata C2 en su estado inicial.....	37
Figura 16: Ensayo de límites de Atterberg con la aplicación de cal y cloruro de sodio	38
Figura 17: Proctor modificado con la aplicación de cal y cloruro de sodio	39
Figura 18: C.B.R. incorporando cal y NaCl	41

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejoran la estabilidad de la subrasante. La metodología fue aplicada, de diseño cuasi-experimental. La población fueron todas las calicatas de la Av. Las Fresas en Puente Piedra y la muestra fueron 3 calicatas. Además, se desarrollaron ensayos de límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Los resultados evidenciaron que adicionándole 2% de cal el IP se redujo del 3.70% al 1.30%, la Humedad óptima fue de 15.1% y la densidad máxima seca de 1.623gr/cm³, para finalizar se obtuvo un C.B.R al 100% y al 95% de la M.D.S de 28.40% y 21.60% respectivamente. Por otro lado, al adicionarle 1% de NaCl el IP fue de 2.40%, la Humedad óptima de 17.7% y la densidad máxima seca de 1.678 gr/cm³, para finalizar se obtuvo un C.B.R al 100% y al 95% de la M.D.S de 27.00% y 20.50% respectivamente, donde la muestra paso de ser una subrasante buena a muy buena. Se concluyó que la adición de la cal y del NaCl mejoran la estabilización del suelo de la zona de estudio a través de la mejora de sus propiedades.

Palabras clave: subrasante, estabilización, resistencia del suelo, Cal, cloruro de sodio.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine how the application of lime and sodium chloride improve the stability of the subgrade. The methodology was an applied, quasi-experimental design. The population was all the pits of Las Fresas Avenue in Puente Piedra and the sample was 3 pits. In addition, Atterberg, Modified Proctor and CBR limit tests were performed. The results showed that by adding 2% lime, the PI was reduced from 3.70% to 1.30%, the optimum moisture content was 15.1% and the maximum dry density was 1,623 g/cm³. Finally, a C.B.R. at 100% and 95% of the M.D.S. of 28.40% and 21.60%, respectively, was obtained. On the other hand, when 1% NaCl was added, the PI was 2.40%, the optimum moisture content was 17.7% and the maximum dry density was 1.678 g/cm³, and finally a C.B.R. at 100% and 95% of the M.D.S. of 27.00% and 20.50%, respectively, was obtained, where the sample went from being a good to a very good subgrade. It was concluded that the addition of lime and NaCl improved the stabilization of the soil in the study area by improving its properties.

Keywords: Subgrade, stabilization, soil strength, lime, sodium chloride.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, entre los grandes problemas que presentan las carreteras en los países tercermundistas son la inestabilidad mecánica, los suelos arcillosos que no brindan una adecuada compactación, también la baja capacidad portante permitiendo la penetración del agua, deteriorando las propiedades mecánicas del suelo, lo que conlleva a que las infraestructuras viales sufran fallas con el tiempo, y factores externos; por lo tanto, no son seguras para la población.

A nivel internacional, los países han desarrollado ciertas técnicas para poder erradicar sus problemáticas respecto a la infraestructura vial, por lo que pese a las amplias variedades de soluciones para estabilización una infraestructura vial, las soluciones que se han planteado con ciertos aditivos tanto naturales como químicos, han dado resultados positivos, por lo que se ha empleado como modelo para estabilizar la subrasante de una vía urbana con la finalidad de mejorar las propiedades de esta última.

Entre los países a nivel internacional, tenemos a Colombia que es considerado como uno de los países que tiene más aportes a la infraestructura vial, por estabilizar los suelos con cal y ceniza volante, de tal forma que mejora su capacidad portante, también tenemos a Ecuador, que siendo uno de los países hermanos planteó alternativas de soluciones a las diversas fallas encontradas en la infraestructura vial de dicho país, por lo que también incorporó cal con cemento para estabilizar los suelos de tal forma que mejoraría sus propiedades, y su capacidad portante. Por otro lado, tenemos a Nicaragua, que identificó problemas en su infraestructura vial por el material pobre y poco espesor con el que se construyen las carpetas de rodadura asfáltica, empezando desde la subrasante, hasta su capa granular, por lo cual, también propuso optimizar el comportamiento mecánico del suelo a base del uso de la cal debido a las características de este aditivo, mejorando exponencialmente dichas propiedades.

A nivel nacional, la gran cantidad de pistas y carreteras están a la espera de una oportunidad de ser reparadas ya que se encuentran en un constante mantenimiento post inauguración, debido también a su mal proceso constructivo. La cal es un estabilizador accesible y a bajo costo, con facilidad de adquisición. Actualmente, en Puente Piedra la mayoría de sus pistas son pavimentadas con pavimento flexible,

lo que hace que se acorte su durabilidad, además de construirse para un fin urbano, y los vehículos de carga maltratan las pistas, dado que no han sido construidas ni diseñadas para ese fin, o para soportar cargas portantes altas, es por eso también que se maltratan las pistas, por su baja resistencia, y su baja capacidad portante, entre otros.

Ante estas consideraciones, en algunos departamentos como Lambayeque han empleado el NaCl como aditivo químico para lograr la estabilización del suelo debido a las deficiencias en sus propiedades; en Apurímac debido a la baja capacidad portante del suelo se empleó cal para mejorar el suelo; también en Iquitos han decidido estabilizar el suelo agregándole cal con la finalidad de que su CBR se incremente mejorando su compactibilidad logrando una subrasante que cumple criterios de durabilidad, y sostenibilidad.

El distrito de Puente Piedra es una provincia que se encuentra en el departamento de Lima, cuenta con 353 329 habitantes, y tiene una densidad demográfica de 4631.58 habitantes por kilómetros cuadrados. La avenida Las Fresas del distrito de Puente Piedra, cuenta una extensión de 134.73 metros de extensión, lo cual es una vía que no ha sido planificada para el tránsito de vehículos mayores, sino ha sido diseñada únicamente para el tránsito de vehículos menores, pero los vehículos de gran carga, no respetan el uso de la pista, por lo que, su propio tránsito dañan las pistas, generando fallas en la carpeta asfáltica. Por eso, con todo lo explicado con anterioridad fue necesario realizar una mejora ante la problemática de la baja resistencia mecánica, o baja capacidad portante que aqueja a dicha vía. Para solucionar dichos problemas, se propuso la adición de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante lo que dará paso a realizar estudio como ensayos CBR, ensayo de límites Atterberg, análisis granulométricos, calicatas, ensayo por absorción de agua, y todos los estudios necesarios para poder determinar resultados que permitan dar solución a la problemática identificada.

Por lo que se planteó como problema general: ¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022?

Así mismo, se establecieron los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la plasticidad del suelo Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022? ¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio

mejora la compactación del suelo Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022? ¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la resistencia del suelo de la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022?

La investigación tuvo justificación teórica, ya que se realizó enfocándose en que sus resultados sean aplicables y sirvieran de complemento a la información sobre el uso de la subrasante mediante el empleo de la cal y el NaCl para reforzar la capacidad de carga.

Por otro lado, la investigación fue metodológicamente justificada al referirse al estabilizado del suelo dentro de la subrasante. por medio del uso de cal y cloruro de sodio, del que se adquirieron muestras para realizar las pruebas de laboratorio necesarias y determinar la dosis requerida. Esto permite minimizar los gastos asociados a la construcción de carreteras, proporcionar pavimentos más duraderos y sólidos y evitar la contaminación.

Como justificación social, este trabajo fue sumamente importante y beneficioso para la población que transita por la avenida Las Fresas, se mejorará las condiciones de vida mediante la inclusión de sobre conocimientos y habilidades para la solución de fallas en el pavimento, a través de la estabilidad de suelos mediante cal y NaCl, mejorando así las propiedades mecánico-físicas en la subrasante, obteniendo pavimentos más estables y que duren más tiempo, de acuerdo a las normas vigentes.

Por otra parte, la investigación fue técnicamente justificable porque permitió a los investigadores establecer cómo que la inclusión en la cal y en el NaCl mejore el estado de la subrasante.

El objetivo general fue: Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorarán la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. Asimismo, los Objetivos específicos fueron: Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio disminuye la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la compactación del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Por otro lado, la hipótesis general del estudio fue: La aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. Mientras que las hipótesis específicas fueron: La aplicación de cal y cloruro de sodio disminuye la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. La aplicación de cal y cloruro de sodio incrementa la compactación del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022. La aplicación de cal y cloruro de sodio incrementa la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional se tiene a: López, J. y Ortiz, G. (2018) quienes tuvieron como objetivo: Estabilizar el suelo existente incorporando cal a una subrasante de un pavimento. Fue un estudio experimental, la población estuvo conformada por la Urbanización San Luis en Abancay, la muestra empleada ha sido el Subrasante de dos jirones (Molinopata y Santo Domingo), Se utilizó un muestreo no probabilístico, con los siguientes instrumentos se utilizaron pruebas de laboratorio, materiales de laboratorio de suelos y equipo topográficos. En los resultados que se obtuvieron, añadiendo un 8% la cal en la primera muestra, como resultado obtenido es un valor CBR de 145,00% y un Índice de Plasticidad de 7,32%; por otro lado, para la siguiente muestra, al agregar 8% de cal, se obtuvo un CBR de 68% y un Índice de Plasticidad de 4,35%, por encima de lo exigido según la norma y las disposiciones del MTC. Además, se redujo la plasticidad y se logró reducir el porcentaje de expansión. Se concluyó que la incorporación óptima de cal es del 8%, ya que estabiliza y cumple con lo dispuesto por el Manual de Especificaciones Técnicas del MTC, logrando una mejor trabajabilidad y comportamiento mecánico.¹

Niño, A. (2018) se propuso como objetivo conocer la mejora en los suelos a través de la incorporación de la cal. Su metodología fue aplicada, explicativa y el enfoque fue cuantitativo, así como un diseño cuasi-experimental. Se utilizaron datos de la población y de la muestra en la zona del terreno, llamado condominio del Monte – Carmelo en el distrito El Carmen, Chincha. Se utilizó un muestreo no probabilístico, cuyos instrumentos formularios de recopilación de datos, así como los ensayos en el laboratorio, el equipo para el laboratorio de suelos, y materiales para el ensayo. Se obtuvo como resultados que, la cantidad de agua inicial para 1 fue de 18%, de la misma muestra con incorporación de cal en 1%, 3%, 5% y 7%, fueron de 15.40%, 15.60%, 14.90% y 15.40% respectivamente, siendo su mejor incorporación el de 5% de cal dado que tiene el menor porcentaje de contenido de humedad. Además, se concluyó que, adicionando cal se puede estabilizar suelos, ya que mejora sus límites de consistencia y aumenta la capacidad portante del suelo, en un 25%.²

Oncoy, J. (2018) tuvo como objetivo analizar la resistencia de la subrasante al adicionar distintos porcentajes de cal. Se aplicó la metodología, con un grado explicativo y un criterio cuantitativo de carácter cuasi-experimental. La población

tomada para el estudio fue la carretera Huaraz - Marcac, la muestra tomada fueron 2 kilómetros de la carretera en estudio, Se trata de un muestreo no probabilístico, Entre los instrumentos utilizados se encontraban el equipamiento de topografía, el material de laboratorio, los ensayos realizados en el laboratorio y los formularios de recopilación al respecto. En cambio, los resultados obtenidos mostraron que la incorporación del 6% de cal, logra mejorar Límites de plasticidad, y aumenta su capacidad portante en un 21% entre los tramos de estudio. Se concluyó que, el % óptimo de cal fue de 6% ya que con este porcentaje se logra generar cambios positivos en su resistencia y su esfuerzo mecánico del suelo seleccionado. En otras palabras, se tomó en cuenta un % adecuado para mejorar las propiedades de la subrasante.³

Machco, E. (2019) planteó como objetivo general, determinar si el aporte de cal estabiliza la subrasante. La metodología de este estudio tuvo carácter cuasi-experimental y de tipo aplicado. Su población tomada fue la Calle Luna Pizarro el cual pertenece al AA.HH. Cueva de los tallos en el distrito de Ventanilla. La muestra fue los suelos de la Calle Luna Pizarro y teniendo un muestreo de tipo intencional no probabilístico. Entre estos instrumentos se utilizaron los ensayos del propio laboratorio, las fichas técnicas, materiales y equipos de laboratorio. Los resultados que se lograron para la muestra 1 fueron que con la incorporación del 12% de cal se logró una Densidad Máxima Seca de 1.964 gr/cm³ y Grado de humedad óptimo de 9.72%, también mediante la incorporación de un 14% de cal. se ha conseguido una Densidad Máxima Seca de 2.005 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo del 11,7%, también con la incorporación del 16% se ha obtenido una Densidad Seca Máxima de 2,043 gr/cm³ y una Humedad Óptima de 13,51%. Se concluyó que al incorporar cal mejoró las propiedades y capacidad portante del suelo, teniendo como porcentaje óptimo de incorporación de cal el 12% con un 9.72% de contenido de humedad.⁴

Hurtado, E. y Ricra R. (2020) sostuvo como objetivo conocer como la incorporación de cal mejora la estabilidad de la subrasante. La metodología utilizada ha sido explicativa, de carácter aplicado, cuantitativa y de tipo experimental. La población tomada fue la Calle Wiracocha en Andahuaylas, la muestra tomada fueron 2 calicatas del suelo de la calle en mención, La modalidad de muestreo utilizada ha sido de conveniencia con carácter no probabilístico, Como instrumentos se

utilizaron formularios técnicos, ensayos realizados en el laboratorio y ensayos sobre el campo. Como resultados obtuvo que, con la incorporación del 4% de cal se logró una Densidad Seca Máxima de 1,85 gr/cm³ y una Humedad Óptima de 9,77%, también se logró, mediante la adición de un 6% a la cal, que la Densidad Seca Máxima fuera de 1,76 gr/cm³ y la Humedad Óptima de 11,41%, y con la adición de un 8%, se alcanzó una Densidad Seca Máxima de 1,77 gr/cm³ y una Humedad Óptima de 14,12%. Se concluyó que la incorporación de cal mejoró las propiedades y capacidad portante del suelo, teniendo como porcentaje óptimo de incorporación de cal el 4% con un 9.77% de contenido de humedad.⁵

Velasquez, O. (2021) tuvo como objetivo evaluar el mecanismo de falla en el pavimento afirmado y presentas una propuesta de solución técnica para estabilizar químicamente con fin de diseñar el pavimento. La metodología fue aplicada con nivel explicativo y con diseño cuasi experimental. Su población estuvo conformada por la carretera Titicaca, la muestra fueron 2 kilómetros de dicha carretera, el tipo de muestreo fue no probabilístico y el instrumento que se tomó fueron los ensayos de laboratorio, fichas técnicas y equipos de laboratorio de suelos. Los resultados obtenidos del suelo sin incorporación o suelo inicial tuvieron un Óptimo de Contenido de Humedad de 8.3% y un Índice de Plasticidad de 19%, mientras que con la incorporación del 2% de cal, se obtiene un Índice de Plasticidad de 14%, mientras que con la incorporación del 4% de cal, se obtiene un Índice de Plasticidad de 12%, y con la incorporación del 6% de cal, se obtiene un Índice de Plasticidad de 10%. Por otro lado, con la incorporación 1% de cal y 3% de NaCl se obtiene un Índice de Plasticidad del 13%, mientras que con la incorporación 3% de cal y 5% de cloruro de sodio se obtiene un Índice de Plasticidad de 10%, y con la adición del 5% de cal y 8% de cloruro de sodio se obtiene un Índice de Plasticidad de 8%. Se concluyó que al incorporar cal mejoró las propiedades y la capacidad portante del suelo, teniendo como porcentaje óptimo de incorporación de cal el 6% con un 10% de IP; y con la adición del 5% de cal y 8% de cloruro de sodio se obtiene un Índice de Plasticidad de 8%.⁶

A nivel internacional tenemos a: Santander, M. y Yávar, J. (2018), quienes se determinaron como objetivo principal establecer el proceso de estabilización de subrasante más práctico utilizando combinaciones de enzimas orgánicas "Permazyme 11x" y cal. Emplearon una metodología aplicada y el diseño fue

experimental. Como población emplearon el suelo de la carretera Ciudad de Milagro, la muestra estuvo constituida por 2 calicatas del suelo en estudio, el muestreo que se empleó fue no probabilístico. El instrumento que se tomó fueron los ensayos de laboratorio, fichas de laboratorio, y materiales de laboratorio. Los resultados fueron que la incorporación del Cal redujo su plasticidad del 26.5% al 7.51%, y logró incrementar su CBR a un 43% siendo favorable para la investigación. En síntesis, el % óptimo de cal fue 4,5% pues logró mejores resultados, es decir, ese porcentaje de cal es el ideal para realizar el diseño de los pavimentos según la metodología AASHTO-93. También, se logró observar que la cal sirve para superficies naturales dado que disminuye la plasticidad el límite líquido.⁷

Larrea, B. y Rivas, J. (2019) quien tuvo como objetivo estabilizar suelos arcillosos con fines viales, se aplicó una metodología de tipo experimental, la población fue el área de terreno de la cantera Cañaverál, la muestra fue el suelo de la cantera Cañaverál, se utilizó un muestreo no probabilístico, el instrumento fueron los ensayos de laboratorio, los materiales y equipo de laboratorio. Obteniendo por resultados que, el suelo inicial, es decir, sin estabilización, dio un Índice de Plasticidad de 17%, y con 15% de incorporación de cloruro de sodio, llegó a un 7.32%, es decir se redujo en un 56.92% en relación al suelo inicial, por otro lado, al incorporar un 20% de cloruro de calcio, llegó a 8.48%, reduciendo en un 50.12% en relación al suelo inicial. Se concluyó que la adición de cloruro de sodio al suelo inicial aumenta la plasticidad del suelo, pero no tiene ningún efecto sobre su capacidad portante.⁸

Salinas, J. y Villao, R. (2019), tuvo como objetivo realizar una comparación de las técnicas que sirven como estabilización de los suelos expansivos por medio de modelos de suelo inspeccionado en el laboratorio, para conocer su eficacia en relación a disminuir o anular la expansividad del material existente. La metodología que se utilizó fue aplicada y de enfoque experimental. Además, emplearon como población la nueva vía de Colonche, la muestra fue el suelo de la vía en estudio, el muestreo que se empleó fue tipo no probabilístico, como instrumentos emplearon ensayos de laboratorio, también los equipos y materiales topográficos, y de laboratorio de suelos. Como resultados se tuvo que el Índice de Plasticidad inicial fue de 35.51%, pero cuando se incorpora cal en 3% se obtiene un 13.13%, así como incorporando 5% de cal obtenemos un 9.03% y cuando se incorpora 7% de

cal se obtiene un 9.75%. En conclusión, la estabilización con el uso de la cal se obtiene adicionando 5.53% como porcentaje de incorporación óptimo, pues influirá en sus propiedades mecánicas en cuanto al suelo natural, disminuyendo de forma abismal el Límite de Contracción y Índice de Plasticidad.⁹

Álvarez, B. y Rojas, L. (2020), determinaron como objetivo comparar las opciones de estabilización con cal, cemento silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias arcillosas, la metodología empleada fue de tipo aplicada y corte transversal. Su población fue conformada por la vía Las Leonas, la muestra fue el suelo de la vía en estudio, emplearon el muestreo por conveniencia no probabilístico, los instrumentos utilizados fueron los ensayos de laboratorio, las fichas de recolección de datos, los equipos y materiales de laboratorio de suelos. Los resultados mostraron un 6% en el Índice de Plasticidad del suelo natural, y de la estabilización con cal fue del 0%, es decir, no cuenta con IP; mientras que el CBR del suelo natural fue 1.98%, y con la adición de cal fue 8.05%, en lo que se refiere a la Densidad Máxima Seca del suelo natural es 1.423 gr/cm³ y del suelo con cal es 1.514 gr/cm³, también el Contenido de Humedad Óptimo, del suelo natural es 9.9% y del suelo con cal es de 12.8%, demostrando que la cal tiene propiedades que mejoran la dinámica del suelo e incrementan la resistencia del suelo. En síntesis, el resultado más óptimo con la adición de cal muestra una mejora de su Máxima Densidad Seca del 6.4% en relación al suelo inicial.¹⁰

Hernández, A. (2021), tuvo como objetivo analizar la habilidad de estabilización de la cal en combinación con puzolanas naturales, llevada a cabo en un suelo arcilloso expansivo, y aumentar el rendimiento mecánico del suelo estabilizado empleando como una capa sub-base de pavimento. La metodología fue aplicada y de corte transversal con diseño experimental. La población estuvo constituida por el área del terreno de la cantera del Valle de Querétaro, la muestra fue tomada por el suelo de la cantera del Valle de Querétaro, el muestreo utilizado fue no probabilístico, emplearon como instrumentos los ensayos de laboratorio, y los formularios de recojo de datos. Uno de los resultados más importantes de la investigación, fue el incremento del CBR, teniendo un CBR del suelo natural de 6.10%, y con la incorporación del 10% de cal, dio un valor de 59.00%, con la incorporación del 10% de cal y 6% de zeolita fue de 72.00%, mientras que con la incorporación del 10% y 12% de zeolita fue de 61.00%. En conclusión, podemos afirmar que la incorporación

óptima de la investigación es la del 10% de cal y 6% de zeolita, ya que es la que tiene mejores resultados, y mejor interacción con el suelo natural mejorando su capacidad portante.¹¹

En cuanto a los antecedentes de artículos científicos, tenemos a los de otros idiomas distintos al español como: Obianigwe, N. y Ngene, B. (2018), tuvieron como objetivo analizar y realizar una comparación del efecto estabilizador del cloruro de sodio, cemento y polvo de ladrillo en suelos arcillosos en carreteras. La metodología fue aplicada, transversal y experimental. La población estuvo formada por una carretera de Nigeria, la muestra fue el suelo de dicha carretera, el muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia, emplearon como instrumentos a las pruebas de campo, los ensayos de laboratorio, los materiales y equipos del laboratorio de suelos. Se obtuvo como resultados que el CBR incrementa con la incorporación de los aditivos, además de mejorar la Máxima Densidad Seca pasando de 2% a 14%, incrementando en un 12%. Por lo que, se puede concluir que los aditivos propuestos en la presente investigación sirven de agentes estabilizadores, brindando una mayor estabilidad y durabilidad del suelo.¹²

Xin, Y., Yuhong, W. & Yingtao, L. (2018), tuvo como objetivo identificar el comportamiento de subrasante con la adición de cemento portland y cal. La metodología fue aplicada con enfoque cuasi – experimental. Como población emplearon la subrasante del pavimento de Wauwatosá y la muestra fue el suelo del pavimento de Wauwatosá. El muestreo empleado fue el no probabilístico intencional. Utilizaron como instrumentos los ensayos de laboratorio, las pruebas de campo, los materiales y equipos del laboratorio de suelos. Los resultados obtenidos fueron que al interactuar el suelo natural con dichos aditivos (cemento portland y cal) aumentan sus propiedades mecánicas además de desarrollar efectivamente su resistencia al agua aumentando también su durabilidad. Se concluyó que, el cemento portland y cal contribuye beneficiosamente a la resistencia del subrasante, aumentando su capacidad portante y teniendo nuevos resultados en cuanto a sus límites de consistencia.¹³

Lokmane, A. et al. (2019), tuvo como objetivo estabilizar suelos con cal para ser usado como subrasante. La metodología fue experimental transversal. La población fue el área del terreno de una carretera de Malasia, la muestra fue el suelo arcilloso de la carretera y tuvo un muestreo no probabilístico por conveniencia. Como

instrumentos emplearon las pruebas de campo, las fichas técnicas de los ensayos, los materiales y equipos del laboratorio de suelos. Uno de los resultados más importantes fue que la cal ayuda a la mejora del suelo, disminuyendo su contenido de humedad, y aumentando su capacidad portante, pudiendo ser usado como un estabilizador de suelos eficaz. Concluyendo que, la cal desempeña un rol de importancia en las carreteras, ya que contiene características que influyen en las propiedades del suelo, generando un impacto positivo en su interacción con el suelo natural.¹⁴

Ismeik, M. & Shaqour, F. (2020), tuvieron como objetivo estabilizar suelos con cal después de un descongelamiento y analizar su comportamiento geotécnico del suelo. La metodología fue de tipo aplicada y de corte transversal, con un diseño experimental. La población fue el área de terreno de la ciudad de Jordán, la muestra fue el suelo de la ciudad de Jordán y el muestreo fue no probabilístico intencional. Como instrumentos emplearon los equipos del laboratorio de suelos, las fichas técnicas de los ensayos, los materiales de laboratorio y las pruebas de campo. Los resultados obtenidos fueron que la cal logró estabilizar los suelos que habían perdido sus propiedades mecánicas dado que pasaron por un proceso de congelamiento y descongelamiento, es por eso que para diseñar una vía se debe estudiar los factores ambientales, para que la vía pueda cumplir con criterios de durabilidad, resistencia, y sostenibilidad, teniendo como resultado que con el 8% de incorporación de cal al suelo natural, se tuvo un mayor óptimo contenido de humedad, una menor densidad seca máxima y una mayor capacidad portantes del suelo. Se llegó a concluir que, la estabilización de suelos con cal, es una forma de estabilizar a bajo costo, brindando un suelo con mejores propiedades aumentando su vida útil, rendimiento y su desempeño mecánico.¹⁵

Pal, H. et al. (2020), tuvo como objetivo estabilizar suelos arcillosos con cal, cemento y cloruro de sodio. La metodología fue experimental, aplicada y transversal. La población estuvo conformada por una carretera de Punjab, India y la muestra fue el suelo de la carretera Punjab y el muestreo fue no probabilístico intencional. Los instrumentos fueron las pruebas de campo, las fichas de recolección de datos de laboratorio, los ensayos de laboratorio y los equipos topográficos. Los resultados obtenidos fueron que la capacidad portante del suelo y la máxima densidad seca incrementan directamente proporcional a la

incorporación y disminuye su óptimo contenido de humedad, es decir, aumenta el CBR y la MDS según aumentan los aditivos, aumentando su CBR de un 4.75% a 9.22%, y su MDS en un 9.02% en relación a su MDS inicial, mientras que su OCH disminuye en un 2.5% en relación a su OCH inicial, y a su vez, disminuye el Índice de Plasticidad en un 10% en base al suelo natural. Por lo tanto, se llega a concluir, la combinación del cal, cemento y cloruro de sodio al interactuar con el suelo natural incrementa su CBR y MDS, de igual forma, disminuye su OCH y su IP, siendo resultados favorables para el suelo natural.¹⁶

A nivel de artículos científicos en español tenemos a: Amaya, M., Ovando, E. y Botero, E. (2018), tuvieron como objetivo evaluar la aplicabilidad de la estabilización de suelos arcillosos con cal y óxido de calcio. La metodología fue cuasi experimental y aplicada, de corte transversal. La población fue el área de terreno del Ex Lago de Texcoco, la muestra fue el suelo del terreno del Ex Lago de Texcoco y tuvo un muestreo no probabilístico intencional. Los instrumentos fueron las pruebas de campo, las fichas de laboratorio, los ensayos de laboratorio y los equipos topográficos. Entre los principales resultados obtenidos fueron que los límites de consistencia disminuyeron con la incorporación de los aditivos, teniendo valores iniciales de Límite Líquido de 139% y Límite Plástico de 52.5%, haciendo un Índice de Plasticidad de 86.5%, y con la incorporación de cal y óxido de calcio se obtuvo un Límite Líquido de 115% y Límite Plástico de 57.1%, haciendo un Índice de Plasticidad de 57.9%. Por lo que, se llegó a concluir que los suelos estabilizados con cal y óxido de calcio podrían disminuir sus límites de plasticidad y mejorar sus propiedades mecánicas del suelo.¹⁷

Morales, E. y Pailacura, C. (2019), tuvieron como objetivo analizar el cloruro de calcio como estabilizador de carpetas asfálticas para tener conocimiento de su influencia en las propiedades mecánicas del suelo. La metodología fue aplicada y su diseño experimental. La población estuvo compuesta por los caminos no pavimentados en el norte de Chile, la muestra fue el suelo del camino no pavimentado del norte de Chile, y se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los instrumentos que se utilizaron fueron los ensayos de campo y de laboratorio, las fichas técnicas de los ensayos, los materiales y equipos topográficos. Los resultados que se obtuvieron permiten afirmar que la aplicación de cloruro de calcio logra una mejora sustantiva en el comportamiento de las capas

de rodadura, a raíz del efecto que provoca sobre la superficie, logrando una mejora en las propiedades de la vía, así como también ser económico y de fácil uso. Se concluyó que, el CaCl_2 es eficaz para estabilizar las capas granulares en los climas áridos, disminuyendo la liberación de polvo, retardando la formación de fallas como piel de cocodrilo y baches, y disminuyendo la pérdida de material y logrando una calidad excelente de rodadura con durabilidad.¹⁸

Chavarry, C., Figueroa, R, y Reynaga, R. (2020), tuvieron como objetivo determinar las mejoras de las propiedades mecánicas del suelo empleando cloruro de calcio. La metodología fue experimental, explicativa y descriptiva. La población estuvo conformada por el área del terreno del Malecón Huaycoloro, la muestra fueron 4 calicatas a lo largo del terreno del Malecón Huaycoloro, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos de laboratorio y en campo, las fichas técnicas y los equipos topográficos. Entre los resultados más relevantes para el estudio tenemos que el CaCl_2 es importante para la mejora del suelo, ya que mejora su capacidad portante medido en base al ensayo CBR, y mejora también, sus límites plásticos medidos en base al ensayo de Límites de Atterberg, apoyando con un análisis granulométrico, mejorando también su densidad seca máxima, incorporando cloruro de sodio su CBR aumentó en un 64.52%. Llegando a la conclusión que es necesario determinar por medio de ensayos in situ o en laboratorio, la eficacia del aditivo para determinar cuán beneficioso es el aditivo para el suelo.¹⁹

Navarro, E. et al. (2020), tuvo como objetivo estabilizar suelos arcillosos con los tipos de cal. La metodología fue experimental y de corte transversal. La población estuvo compuesta por el área del terreno de la región de Morelia, México, teniendo cómo muestra al suelo de dicho terreno de Morelia, teniendo un muestreo no probabilístico intencional. Los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos en campo y de laboratorio; y los equipos topográficos. Entre los resultados más relevantes para la investigación podemos decir que, aumentó su límite plástico, pero disminuyó su índice de plasticidad, teniendo valores como para el suelo natural, un LL de 58%, un LP de 30%, IP de 28%, y contracción lineal de 10.25%; para el suelo natural con la incorporación del cal de construcción se obtuvo un LL de 45.8%, un LP de 37.1%, IP de 8.7%, y contracción lineal de 4.20%; así como, con el suelo natural con la incorporación del hidróxido de calcio en 90% de pureza,

se obtuvo un LL de 45.2%, un LP de 33%, IP de 12.20%, y contracción lineal de 3.60%; mientras que con el suelo natural con la incorporación del hidróxido de calcio en 95% de pureza, se obtuvo un LL de 38.7%, un LP de 34%, IP de 4.7%, y contracción lineal de 3.90%. Se concluyó que, la cal es uno de los principales estabilizadores a bajo costo, ya que es fácil de obtener, pero es apreciada por sus características y su influencia eficaz en los suelos pues mejora totalmente las propiedades mecánicas del suelo.²⁰

Rivera, J. et al. (2020), tuvieron como objetivo estabilizar suelos con materiales convencionales como el cemento y la cal. La metodología fue experimental y cuantitativa. La población fue una carretera de Colombia con suelo arcilloso, la muestra fue el suelo arcilloso de la carretera, el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos de laboratorio, los equipos y materiales de laboratorio de suelos. Los resultados más relevantes de la investigación fueron que el cemento y la cal en conjunto cuando interactúan con el suelo natural logran mejorar sus propiedades mecánicas. Se concluyó que, el cemento y la cal son elementos que permiten la mejora de los suelos, evidenciando un incremento de su CBR, y una mejora en sus límites de consistencia.²¹

Como bases teóricas relacionadas a las variables y dimensiones tenemos lo siguiente: La subrasante. La subrasante se le conoce al suelo natural que soportará toda la carga y la estructura al momento de pavimentar una vía, además de soportar, disipar y transmitir al suelo todas las cargas y el peso de los vehículos que transiten por dicho pavimento²². La subrasante tiene funciones como servir de terreno para que el pavimento pueda reposar y pueda ser mejorado, ya que se debe contar con algunas condiciones necesarias como las pendientes del terreno.²³

Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. La subrasante cuenta con algunas propiedades que la hacen importante ya que serán definitivas al momento de elaborar el diseño de la estructura de un pavimento. Como las propiedades físicas, ya que estas no serán alteradas, ya que serán homogenizadas mediante la compactación del terreno. No obstante, cuando se realizan procesos de estabilizar el terreno con algún aditivo químico o natural cambiarán sus propiedades. Por eso, para determinar las propiedades del suelo, se extraerán muestras a una determinada distancia y profundidad, o también llamadas calicatas, para su posterior analizar mediante ensayos de laboratorio²⁴. La granulometría La

granulometría es una característica física que poseen los agregados, influenciados en su resistencia y adición del consumo de cemento en el concreto pre mezclado. Siendo la granulometría un ensayo muy importante de realizar ya que con los resultados de dicho ensayo se puede clasificar al suelo, además, de conocer el uso que se le podrá dar dependiendo el tipo de suelo, ya sea para estructuras o para infraestructura vial.²⁵ Asimismo, entre los límites de consistencia, se puede identificar el límite líquido, el cual es una transición entre semilíquido y plástico, teniendo como característica principal su facilidad de moldear y su trabajabilidad, se determina mediante el ensayo de copa de Casagrande.²⁶ Límites de consistencia. Son también llamados como Límites de Atterberg, son aquellos límites que permiten establecer el estado de un suelo, ya sea si el suelo se encuentra en estado líquido, sólido o plástico; pudiendo determinar su Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), Límite de Retracción (LR).²⁷

El límite líquido es el % de agua presente en un suelo, en relación a la muestra seca del suelo, también se puede decir que es el límite donde la muestra pasa de estado líquido a estado plástico.²⁸ El límite plástico se puede interpretar como el contenido de humedad del terreno, el cual se encuentra relacionado al peso seco del suelo, siendo este límite, el de transición entre el semisólido y el plástico.²⁹

El Índice de Plasticidad conocido por sus iniciales como IP, es la diferencia de sus límites, del límite líquido y su límite plástico; cualquiera de los límites evidencia la presencia de agua en la muestra.³⁰ También, el Índice de Plasticidad se puede calcular como la resta del Límite Líquido y el Límite Plástico, es decir su fórmula se puede interpretar como $IP = LL - LP$.³¹

El Ensayo de Proctor. Se realiza el Ensayo Proctor, para determinar la compactación del suelo y también la compactación de los materiales que pueden ser usados para bases granulares o afirmados, relacionando el Óptimo Contenido de Humedad y la Máxima Densidad Seca. También, los resultados de los ensayos podrán ser usados como muestra control para realizar un control de calidad referente a la compactación en in situ, es decir en obra³². Por otro lado, el Proctor Modificado es utilizado para determinar el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra para la supervisión de la compactación y garantizar la calidad de la misma en obra. También permite determinar la estabilidad, la capacidad de carga de las cimentaciones y los pavimentos. A su vez, permite disminuir la

compresibilidad, el índice de vacíos, la penetrabilidad del agua, y también disminuye los asentamientos.³³

Capacidad Portante (CBR). La capacidad portante de la superficie es la propiedad del suelo para tolerar cargas concentradas. a la vez también llamada amplitud de carga es la presión máxima de relación del terreno y la cimentación. Del modo que no llegue a generar problemas en su cortante del terreno o asentamientos excesivos del material.³⁴ El Ensayo de CBR: La técnica de ensayo de laboratorio ASTM D1883 para la prueba CBR tiene una metodología empírica simple, que realiza una comparación de la resistencia a la penetración de la muestra de ensayo con la de una muestra "estándar" de material de piedra triturada adecuadamente graduada empleando un pistón de tamaño estándar.³⁵

El suelo. El suelo es una agrupación de partículas inorgánicas y orgánicas con una organización definida y características vectoriales variables. El término suelo se refiere a todo tipo de material terroso, incluido el relleno que podría considerarse un desperdicio y las areniscas.³⁶ Los suelos arcillosos. Son aquellos suelos que contienen demasiada arcilla y su capacidad de retención de agua es elevada, pero su aireación suele ser insuficiente. Además, la pegajosidad de los suelos arcillosos es un problema importante.³⁷

Por otro lado, la estabilización del suelo es la etapa por el que los suelos en condiciones naturales son sometidos a un tratamiento con el fin de que se aproveche sus mejores características, alcanzado un suelo más estable que sea capaz de soportar los efectos del tráfico y las inclemencias del tiempo. La estabilización del suelo logra mejorar y/o regular la estabilidad de su volumen, así como también su módulo de tensión-deformación, su permeabilidad y durabilidad, y su resistencia al agua. El rendimiento del enfoque debe evaluarse mediante experimentos de laboratorio y de campo. Aprovecha suelos que presentan una calidad baja, logrando evitar que se extraiga y se transporte a vertederos; además, incrementa su resistencia frente a erosiones, a las heladas y a otros factores climáticos, también favorece que se circule por zonas poco prácticas y logra estabilidad de la plataforma para soportar el pavimento de las infraestructuras que colaboran en su estructura.²¹

Una forma de estabilizar el suelo es mediante la cal. A fin de lograr esto se utilizan cal de dos tipos: Óxido e hidróxido cálcico.³⁸ Ambos deben ejecutar los requisitos

señalados en el Manual de Carreteras. Cuando el suelo se mezcla con cal, se produce una reacción química conocida como proceso de floculación, en el que se produce una migración de las partículas de cal por el suelo arcilloso y un intercambio de iones, lo que aumenta la resistencia del suelo a la perforación y reduce su expansión en presencia de humedad. Además, una de las propiedades más significativas de la cal en el suelo es el cambio de plasticidad, que aumenta o disminuye el límite líquido y el límite plástico del suelo y aumenta el contenido de humedad óptimo para la compactación.³⁹

Por otro lado, el NaCl también es un aditivo químico utilizado en el proceso de estabilización del suelo. La sal es un estabilizador natural e higroscópico compuesto por un 98% de NaCl y de arcillas y limos en un 2%, sus propiedades le permiten absorber la humedad del aire y del material circundante, y por medio de la coagulación se proporciona una densificación más rápida y cohesiva del suelo. Esto se debe al intercambio de iones entre los minerales del suelo y el sodio, que actúa como cementante.³⁸

Debido a la incidencia que tiene sobre la capacidad de sostén del suelo, el uso de cloruro de sodio aumentará el rendimiento al disminuir la plasticidad de un suelo arcilloso destinado para ser usado como elemento de mejora.⁴⁰

En cuanto a los procedimientos de obtención de cloruro de sodio, encontramos tres: uno de ellos consiste en colocar agua salada (del mar) en un sector donde el sol la evapora para obtener residuos de sal, pero el costo de aplicación es muy elevado; el segundo consiste en evaporar el agua del mar en hornos y recoger los restos de sal resultantes; y el tercero trata de extraer de las minas la sal.⁴¹

Según sus características físicas, el cloruro de sodio presenta una masa molar de 58,44g/mol, 2160kg/m³ es la densidad del NaCl, 1074k (801 C^o) se produce su fusión y su ebullición se produce al 1738k (1465 C^o) de temperatura; además se disuelve muy fácil en agua (35,9g por 100g de agua).⁴²

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

De acuerdo con Baena (2014), la investigación aplicada, se centra en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, destinando sus esfuerzos a la resolución de las necesidades originadas en la sociedad y en los hombres.⁴³

El presente estudio fue de tipo aplicada, dado que buscó estabilizar la subrasante de la Av. Las Fresas en Puente Piedra, con la adición de cal y cloruro de sodio, se tomó en consideración la información previa en el tema, con la finalidad de que se pueda determinar y se elija la mejor alternativa para que se establezca la subrasante con las distintas dosificaciones de cal y NaCl, a través de resultados de los ensayos en laboratorio y los criterios del Proctor modificado, CBR y del contenido de humedad.

3.1.2 Diseño de Investigación:

El diseño de investigación según Hernández et al. (2014), el diseño experimental se caracteriza por cambiar las variables independientes a propósito y luego evaluar los efectos de la manipulación sobre las variables dependientes. Por otro lado, el diseño cuasiexperimental manipula de manera intencional al menos una variable independiente y así determinar relación y efecto sobre la variable dependiente ya sea solo una o más.⁴⁴

De este modo, la presente investigación se consideró experimental, ya que se manipuló con intención las cantidades de Cal (2%, 4% y 6%) y Cloruro de Sodio (1%, 2% y 3%) en la subrasante, y así examinar su incidencia en la estabilidad de la subrasante; además, fue subclasificada como cuasi-experimental, contando con más de dos grupos de comparación y un grupo de control. Siendo 8 pruebas que pertenecen a la muestra patrón, con Cal (2%, 4% y 6%) y Cloruro de Sodio (1%, 2% y 3%) del volumen total de la muestra; cuyos porcentajes fueron establecidas en relación a antecedentes de otros autores.

3.2. Variable y Operacionalización

Según Hernández et al. (2014), la operacionalización es la secuencia de una variable teórica, de tal modo se sustenta en la operacionalidad de variables y la definición conceptual, medibles y verificables con indicadores empíricos o semejantes que es llamada operacionalización. Además, la variable viene a ser una calidad y puede ser alternar, este cambio será dispuesto a ser calculado o indagar con la finalidad de llevar un control de cambios. Por otro lado, la variable independiente es aquella considerada como el fundamento de correlación entre dos o más variables. Finalmente, la variable dependiente por otra parte no es alterada, excepto que evalúa la consecuencia de la alteración que sufrió a partir de la implicación de la independiente.⁴⁴

Variable independiente: Cal y cloruro de sodio

Definición conceptual:

Cal: Se refiere a todas las formas físicas de óxido e hidróxido de calcio (CaO y Ca(OH)_2 respectivamente, que puedan existir.⁴⁵

Cloruro de sodio: El NaCl es un sólido que no presenta coloración, se disuelve con facilidad en agua sea fría o caliente, se disuelve poco en alcohol y no se disuelve en ácido clorhídrico. Su forma de cristal se asemeja al hielo en su transparencia. Suele contener impurezas como el KCl , MgCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 y MgBr .⁴⁶

Definición operacional:

Las dosificaciones de cal 2%, 4% y 6% y cloruro de sodio de 1%, 2% y 3% en relación volumen de la muestra, utilizándose para las 07 combinaciones, y así incrementar la capacidad portante, incrementar la compactación de la subrasante y disminuir la plasticidad, al inicio se realizó calicatas, para clasificar el suelo y elaborar los ensayos mencionados.

Variable dependiente: Subrasante.

Definición conceptual:

La subrasante se le conoce al suelo natural que soportará toda la carga y la estructura al momento de pavimentar una vía, además de soportar, disipar y

transmitir al suelo todas las cargas y el peso de los vehículos que transiten por dicho pavimento²².

Definición operacional:

Para el mejoramiento de la subrasante realizaremos la adición de cal (2%, 4%, 6%) y cloruro de sodio (1%, 2% y 3%) y buscaremos medir sus variaciones a partir de la plasticidad, compactación y resistencia del suelo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población, según Hernández et al. (2014), la población será explorada y en referencia a ello se estima universalizar las respuestas. es decir, la población será el grupo de todos sucesos que sean similares a partir de determinadas características⁴⁴.

Para esta investigación la población fue conformada por todas las calicatas obtenidas de la Av. Las Fresas del distrito de Puente Piedra.

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

Figura 01: Número de calicatas para exploración de suelos

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

3.3.2 Muestra

Según Hernández et al. (2014), la muestra representa un fragmento pequeño de un grupo derivado del global de los estudiados. Es decir, subgrupo de componentes obtenidos del grupo delimitados por sus particularidades nombrados como población.44

El “Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”; hace mención respecto a la cantidad de calicatas que se debe realizar para la indagación de suelos dependerá del tipo de carrera que se esté evaluando.

Se hace mención que para la vía de la presente investigación resulta ser de baja transitabilidad con un IMDA menor o igual a 200 vehículos diarios de una sola carretera mencionada en la tabla 4.1 del MC-Suelos y Pavimentos, señalando que por cada km no menor de 1.50 mts de profundidad se realizará una calicata. Por esta razón como factor de seguridad se realizaron 3 calicatas para la Av. Las Fresas del distrito de Puente Piedra.

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

Figura 02: Cantidad de Ensayos CBR

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Calicata 1 – h=1.50 metros ----- Arcilla limosa

Calicata 2 – h=1.50 metros ----- Limo arenosa (más desfavorable)

Calicata 3 – h=1.60 metros ----- Limo con arena

Tabla 01: *Cantidad de muestras por ensayo*

8 muestras	CBR	Proctor modificado	Límites de consistencia
N	1	1	1
CAL N+2%	1	1	1
CAL N+4%	1	1	1
CAL N+6%	1	1	1
NaCl N+1%	1	1	1
NaCl N+2%	1	1	1
NaCl N+3%	1	1	1
Cantidad Total	7	7	7

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Muestreo

Se le considera muestreo no probabilístico a los componentes que tiene la misma particularidad para poder alcanzar una muestra característica donde la muestra es elegida por el autor con fines que contribuyan a la investigación.⁴⁷

El muestreo del estudio fue no probabilístico por conveniencia, ya que no emplea una fórmula estadística, se basó en relación a los criterios de selección del investigador, el tipo de carretera y los parámetros del estudio (Manual de Carreteras), lo que hace incrementar la toma de decisiones de la persona que está investigando.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Cuando una investigación emplea instrumentos con la finalidad de recolectar datos y de esta forma podrán ser comparados, estos estudios deben evaluar la variable dependiente con un instrumento igual o similar (de igual forma para no experimentales).⁴⁴

Por lo tanto, para la metodología de selección de datos se utilizó la observación para así poder ofrecer soluciones a las problemáticas existentes, de igual manera comprobar las hipótesis dadas. Además, la información como bases de teoría para cada variable fue utilizando bibliografías, finalmente se considera el método cuasi experimental. Así mismo se empleó las normas que fueron planteadas por el MTC (E107, E110, E111, E115 y E132).

Instrumentos de recolección de datos

Toda aquella medición o elemento de recolección deberá de contener tres puntos importantes tales como la confiabilidad, la validez y la objetividad.⁴⁴ Por lo que, para esta investigación se desarrollaron ensayos y así obtener resultados, con respecto a ello se hace mención de la observación, fichas y ensayos de laboratorio.

Tabla 02: *Ensayos de laboratorio*

	Ensayo	Instrumento
Ensayos	Ensayo de Análisis Granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.128
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.134
	Ensayo Límites de Consistencia	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.129
	Ensayo Proctor Modificado	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.128
	Ensayo de CBR	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM 1883

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la mecánica del suelo se utilizará con el fin de obtener datos basados en los instrumentos y sus respectivas indicaciones (N, cal 2%, cal 4%, cal 6%, NaCl 1%, NaCl 2% y NaCl 3%).

Confiabilidad

La confiabilidad hace referencia al grado de un instrumento de medición que al ser repetido en un objeto o individuo genera los mismos resultados.⁴⁴

La confiabilidad hace referencia a la aplicación del ensayo en repetidas ocasiones para evaluar el objeto a analistas, lo cual arroja valores iguales o similares entre los ensayados, logrando brindar la seguridad y confiabilidad de los resultados producidos y de igual forma los instrumentos empleados en los ensayos, a su vez la certificación entregada por los ensayos realizados.

Validez

La validez hace referencia al grado de veracidad con la que un instrumento mide la variable que se desea analizar.⁴⁴

Todo ello dependerá de la validez de las normas NTP y ASTM destinadas a los distintos tipos de prueba y utilizadas en el ensayo.

3.5. Procedimientos

Se elaboró un estudio de suelos posterior a ello se inició a realizar el trazo para la excavación de calicatas en este caso fueron 3 calicatas cuya profundidad fueron de 1.50 m, después de obtener las muestras se llevaron al laboratorio donde se procedió a los siguientes ensayos como Ensayo CBR, Límite de Atterberg y Proctor Modificado. A estos ensayos se les adiciono la Cal en proporciones de 2%, 4% y 6% a la muestra y el Cloruro de Sodio de 1%, 2% y 3% a la muestra para así aumentar las propiedades del suelo y poder observar los valores que aportaron en función a la capacidad portante, límites de consistencia, contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca generados a la subrasante de la avenida Las Fresas, Puente Piedra.

3.6. Método de Análisis de datos

Está basado en la categorización de las características fundamentales de la investigación y su estudio para responder a los múltiples debates que ofrece la

investigación. Es el proceso mediante el cual se determina el alcance más amplio de la investigación práctica.⁴⁸

Para que se obtenga información es mediante la observación directa además de procesamiento de datos obtenidos en campo y laboratorios, porque fue una investigación cualitativa que nos permitió la visualización de cada prueba realizada, y al mismo tiempo tomar notas respectivas para posterior a ello conseguir que hayan obtenido los resultados y los contrastan de acuerdo con la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Como estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte, nos sentimos obligados a realizar este estudio con la mayor integridad y franqueza, reiterando nuestra dedicación y fidelidad a las políticas de la universidad. Asimismo, nos dedicamos a desarrollar el contenido de la investigación de forma honrada realizando la cita bibliográfica de los diversos autores, libros y artículos citándolos mediante la Norma ISO - 690 - 2010. Igualmente, en calidad de investigadores, asumimos el compromiso y la responsabilidad por los resultados de los ensayos de laboratorio y procuramos contribuir con el desarrollo del país, defendiendo y preservando los ideales antes mencionados. Finalmente, el programa web Turnitin, cuyo objetivo es detectar y prevenir el plagio, analizará todos los materiales incluidos en este estudio y elaborará un porcentaje de similitud que pueda tener la presente investigación.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022

Ubicación:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Puente Piedra

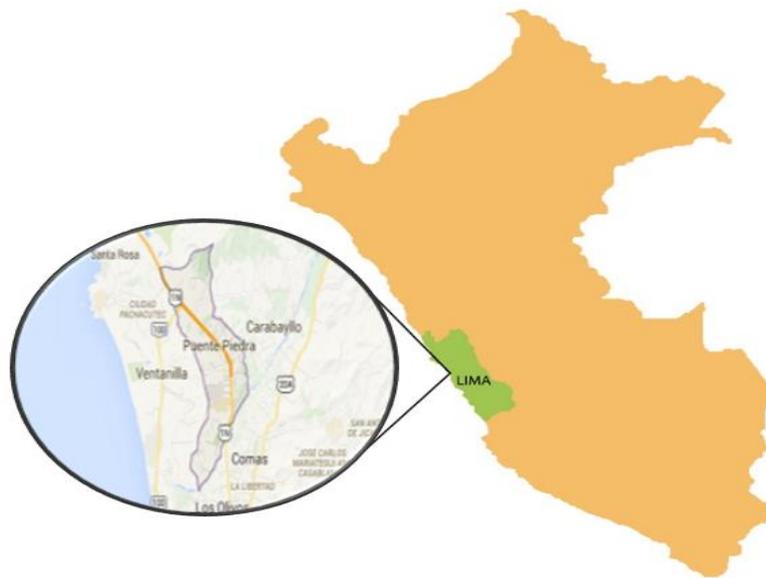


Figura 03: Ubicación geográfica de Puente Piedra

Fuente: Google Search.

Localización:

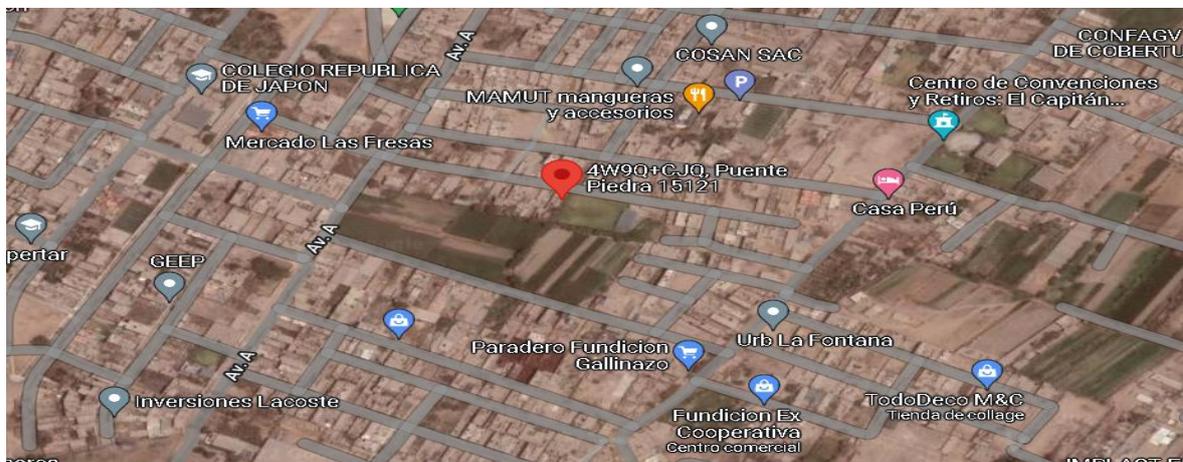


Figura 04: Localización de la Av. Las Fresas

Fuente: Google Search.

Esta investigación se llevó a cabo en la Av. Las fresas, ubicada en el distrito de Puente Piedra; en la cual se hicieron 3 calicatas de 1,50 m de profundidad.

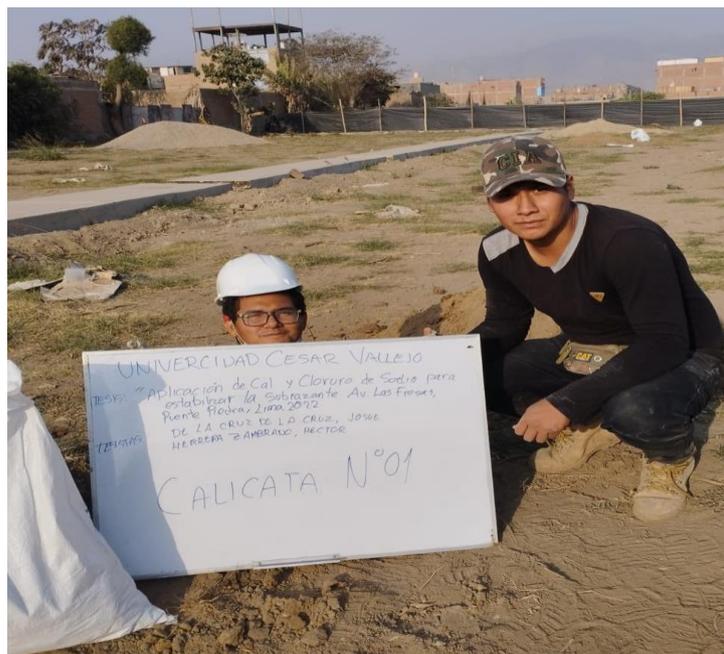


Figura 05: Calicata 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 06: Calicata 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 07: Calicata 3

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio

En esta investigación se realizaron 3 calicatas a la avenida de Las Fresas y se enviaron las muestras a un laboratorio de mecanismos del suelo, donde realizaron el análisis granulométrico, del límite de Atterberg, el ensayo Proctor Modificado y el ensayo CBR correspondiente. En la prueba de análisis granulométrico se seleccionó el suelo con mayor contenido de finos y se añadieron las siguientes proporciones de cal y NaCl: 2%, 4% y 6%, y 1%, 2% y 3%, respectivamente.

Análisis granulométrico

El ensayo de análisis granulometría por tamizado posibilitó identificar el volumen de las partículas de la muestra del suelo pasadas por mallas estandarizadas por el ASTM D422, posterior a ello se realizó el cuarteo de la muestra de cada calicata asimismo se estableció el % que se retiene en cada malla.

Tabla 03: Tamizado de la muestra de la calicata C1

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	(mm)	
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100
1/2"	12.700	99.07
3/8"	9.530	97.76
N° 4	4.750	93.60
N° 10	2.000	88.45
N° 20	0.850	84.44
N° 40	0.430	80.07
N° 60	0.250	63.32
N° 100	0.150	51.19
N° 200	0.075	45.92

Fuente: Elaboración propia

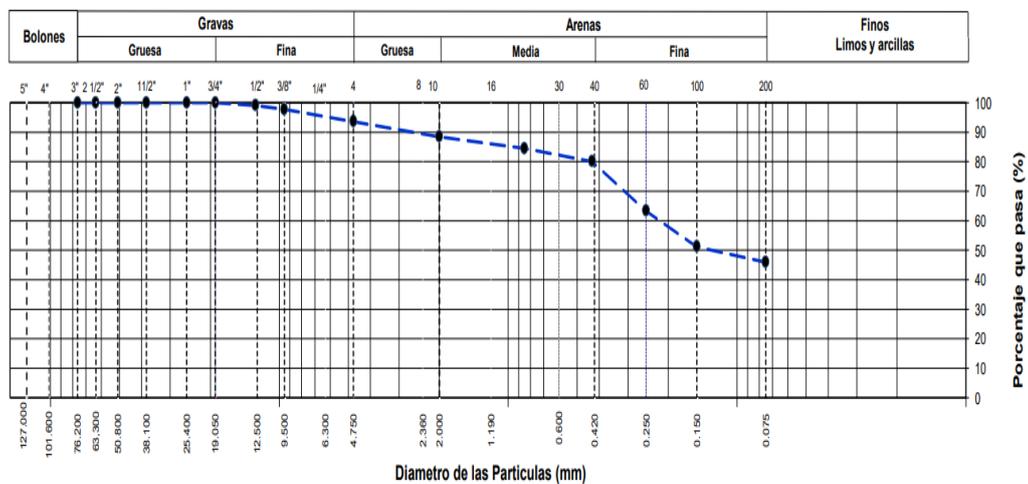


Figura 08: Curva granulométrica de la calicata 1

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – Según la figura 8, la prueba granulométrica mostró que el material obtenido por la calicata C-1, por el contenido de finos que logró pasar por la malla N°200 fue de 45.9%, respecto al contenido de arena que logró pasar fue de 47.7% y por último un 6.4% de grava. De acuerdo con la prueba realizada en la calicata C-1 de la Av. Las Flores fue analizado según a la clasificación SUCS que la muestra fue un suelo arena limosa (SM) y por medio de la categoría AASHTO pertenece al grupo A-4 (0).

Tabla 04: Tamizado de la muestra de la calicata C2

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	(mm)	
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	98.25
N° 10	2.000	93.06
N° 20	0.850	86.05
N° 40	0.430	78.99
N° 60	0.250	63.25
N° 100	0.150	57.89
N° 200	0.075	55.91

Fuente: Elaboración propia

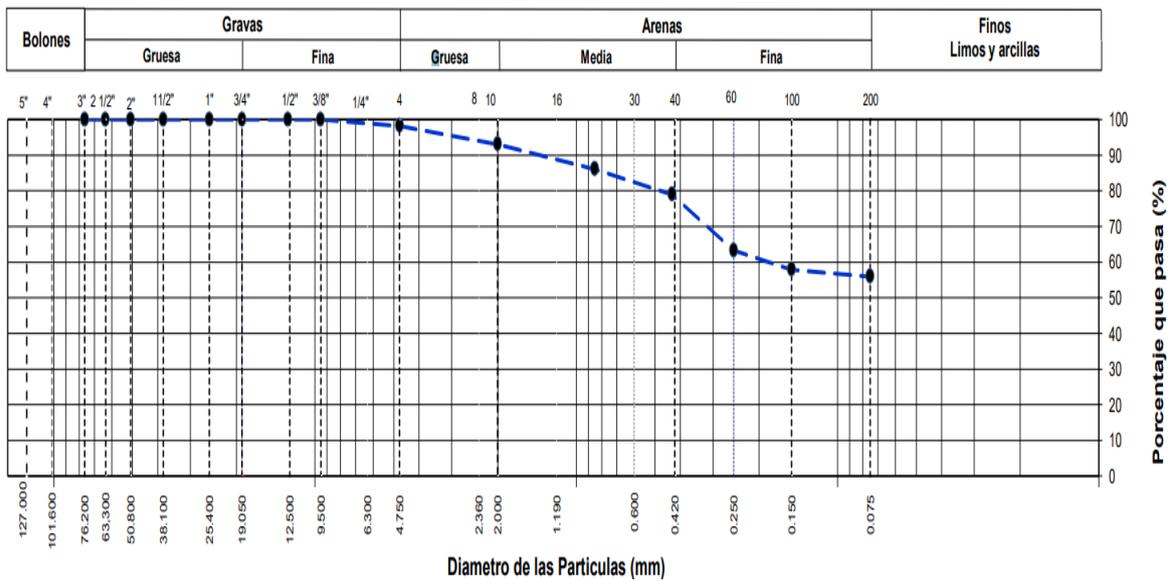


Figura 09: Curva granulométrica de la calicata 2

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – Según la figura 9, la prueba granulométrica reveló que el material obtenido de la calicata C-2, el contenido de finos que logró pasar por la malla N°200 es el 55.9%, el contenido de arena que logró atravesar por la malla N°4 fue 42.3% y por último el 1.7 de grava. Se determinó que, respecto a la muestra extraída de la calicata C-2 de la Av. Las Flores que fue analizada según la clasificación SUCS que la muestra fue un suelo limo arenoso (ML) y pertenece al grupo A-4 por medio de la clasificación AASHTO (1).

Tabla 05: Tamizado de la muestra de la calicata C3

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	(mm)	
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	99.52
N° 10	2.000	95.36
N° 20	0.850	90.56
N° 40	0.430	87.61
N° 60	0.250	85.62
N° 100	0.150	82.03
N° 200	0.075	79.04

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 03, 04 y 05 se prueba el análisis granulométrico realizado a la calicata C1, C2 Y C3. Para la C1 se observa que el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 fue de 45.92%, 55.91% y 79.04% respectivamente. Esto nos señala que el material que pasa en la calicata C2 y C3 es mayor al 50 % por ello está caracterizado por ser un suelo arcilloso.

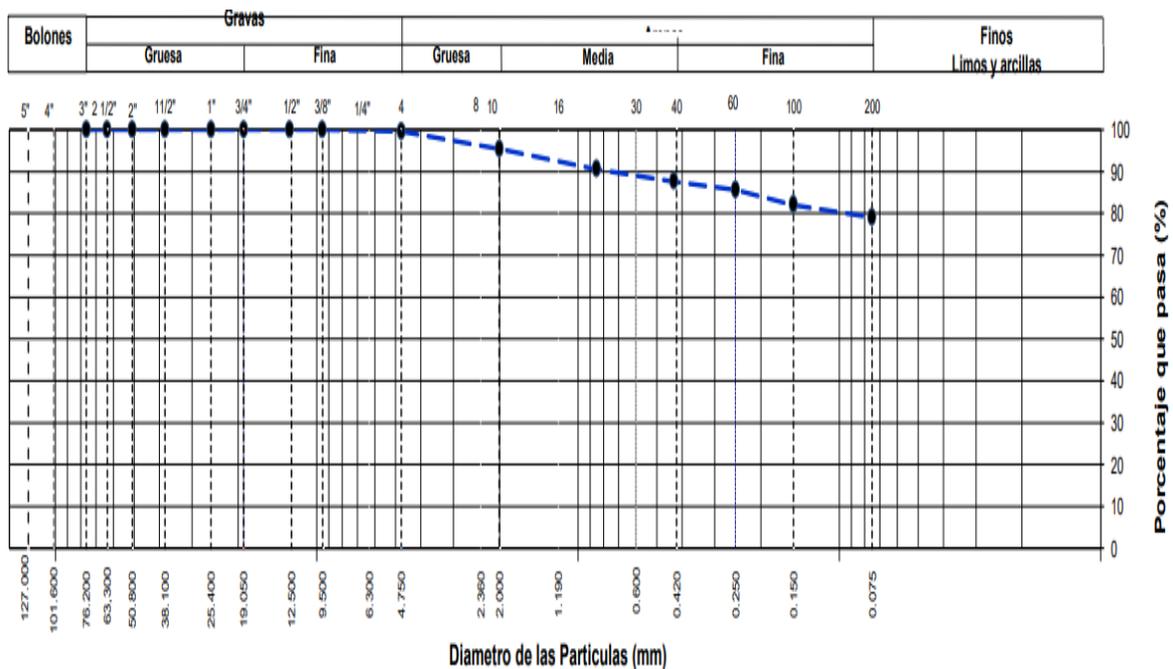


Figura 10: Curva granulométrica de la calicata 3

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – Según la figura 10, la prueba granulométrica determinó que el material obtenido de la calicata C-3, el contenido de finos que logró pasar por la malla N°200 fue de 79.0%, el contenido de arena que paso por la malla N°4 es el 20.5% y por último 0.5% de grava. De acuerdo con la muestra extraída de la calicata C-3 de la Av. Las Flores que fue analizada según la clasificación SUCS, la muestra fue un suelo limo con arena (ML) y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-4 (0).

En resumen, luego de analizar las muestras de la calicata C-1, C-2 y C-3 concluye que las propiedades físicas de las muestras son similares, por ello se optó por utilizar la calicata C-2 y se realizó los ensayos mencionados a continuación: Límites de Atterberg, CBR y Proctor Modificado.

Límites de Atterberg – C2 muestra patrón

Se desarrollaron los ensayos de límite de consistencia a la calicata C-2 con el fin de visualizar los porcentajes de límite plástico, límite líquido así mismo se calculó su índice de plasticidad para poder conocer las características de la muestra. Se realizó primero el ensayo a la muestra del terreno para así verificar los resultados.

Tabla 06: Límites de Atterberg de la calicata C-2

Calicata	Límites de Atterberg	
C-2	Límite líquido	33%
	Límite plástico	29%
	Índice de plasticidad	4%

Fuente: Elaboración propia

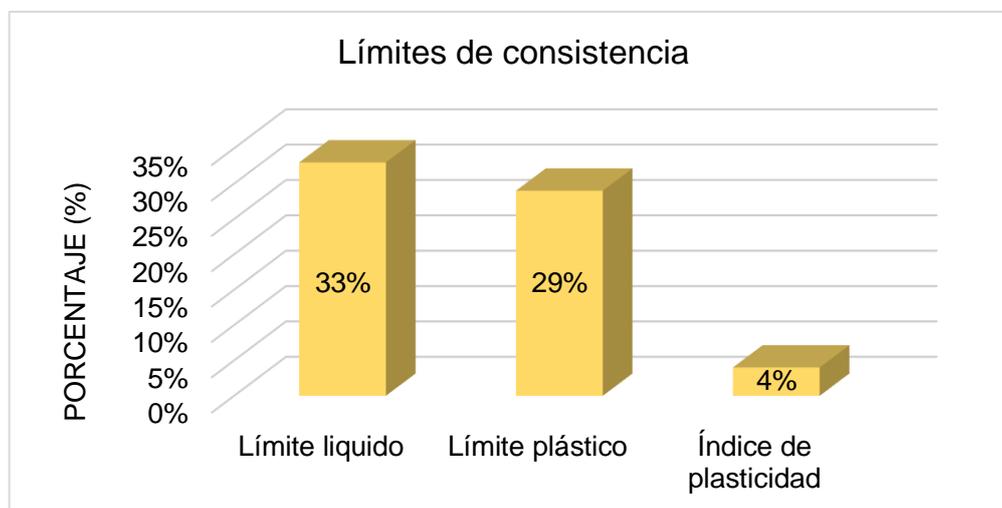


Figura 11: Límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En la tabla 06 y figura 11 se aprecia que la muestra de la calicata C-2 tuvo como LL de 33%, el LP es de 29% y el IP de 4%.

Se llegó a la conclusión que la muestra del suelo es poco arcillosa de baja plasticidad según la norma MTC en la que se especifica de que los suelos de baja plasticidad presentan un $IP < 7$.

Proctor Modificado - C2 muestra patrón

Para evaluar la curva de compactación de la capa de suelo C-2 en su forma natural se utilizó el método A del ensayo Proctor Modificado, determinando el contenido de humedad en proporción a su densidad seca.

Tabla 07: Proctor Modificado de la calicata C2

Calicata C2	Proctor modificado				
Densidad seca	gr/cm3	1.550	1.608	1.610	1.567
Contenido de humedad	%	11.2	13.1	15.2	17.1
Densidad máxima seca (gr/cm3)					1.61
Humedad óptima (%)					14.4

Fuente: Elaboración propia

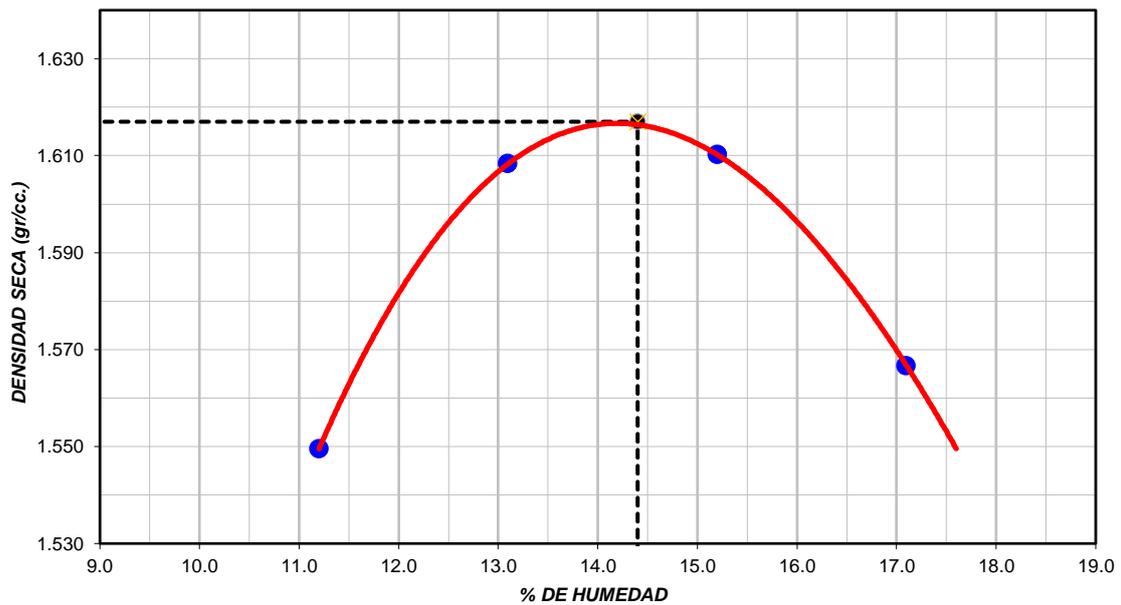


Figura 12: Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – La tabla 7 y la figura 12 muestran los resultados del ensayo Proctor Modificado efectuado sobre la muestra obtenida de la C-2 en su estado natural, que arroja un óptimo contenido de humedad de 14.4% en relación del 1.61 gr/cm3 de su densidad máxima seca.

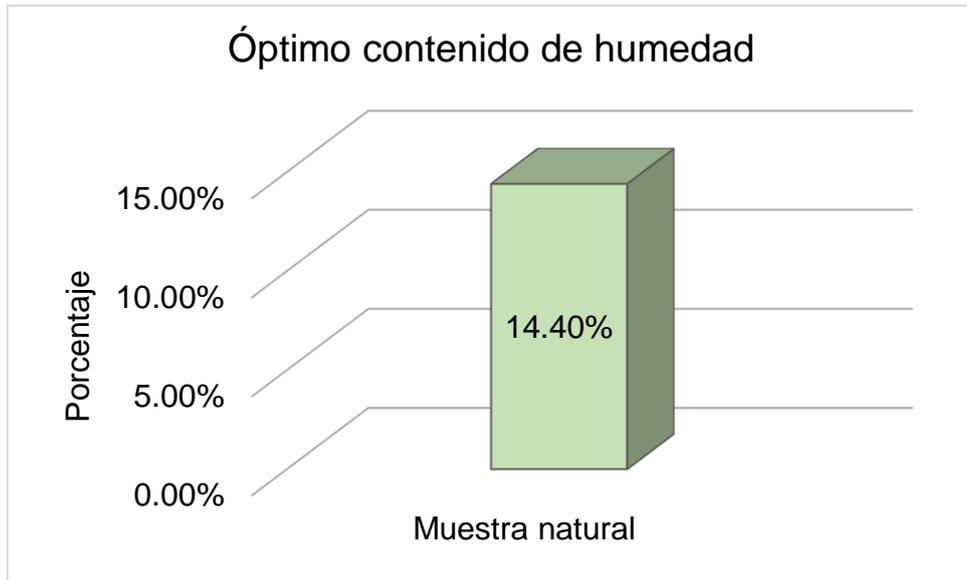


Figura 13: Óptimo contenido de humedad inicial

Fuente: Elaboración propia

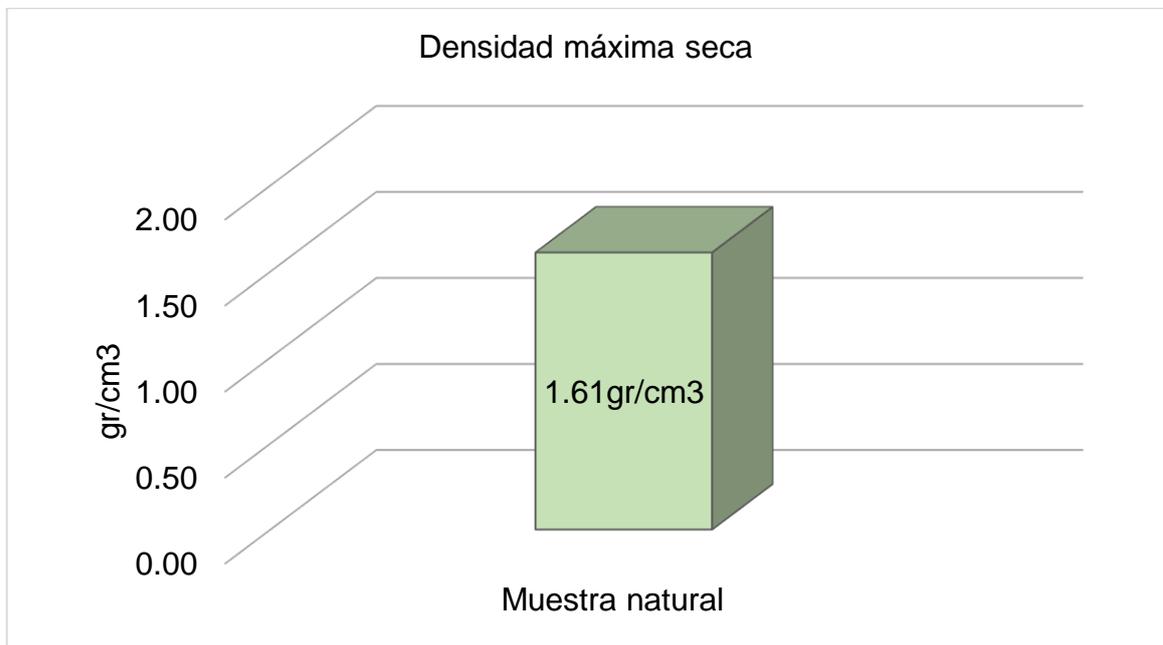


Figura 14: Máxima densidad seca de la muestra inicial

Fuente: Elaboración propia

CBR - C2 muestra patrón

Para conocer su capacidad portante inicial C2 se realizó la prueba de CBR.

Tabla 08: C.B.R. de la calicata C2 – Estado natural

CBR Para el 100% de la M.D.S.	20.5%
CBR Para el 95% de la M.D.S.	16.6%

Fuente: Elaboración propia

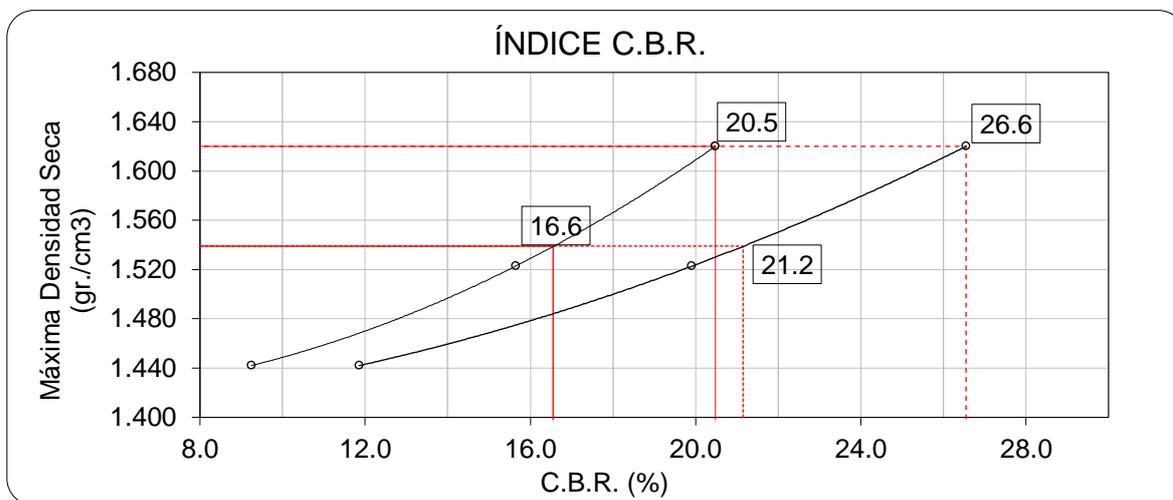


Figura 15: C.B.R. vs la máxima densidad seca de la calicata C2 en su estado inicial

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En la tabla 8 y figura 15 se puede estimar el ensayo C.B.R. de la calicata C2, el C.B.R. al 100% de la MDS a 0.1” de penetración es de 20.5%, en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1” de penetración es de 16.6%, en el C.B.R al 100% de la MDS a 0.2” de penetración es de 26.6% y en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.2” de penetración es de 21.2%

Objetivo 1:

Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio disminuye la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Para lograr este objetivo se tuvo que realizar los ensayos de Límites de consistencia el cual nos permitió relacionar el LL, LP y el IP de la muestra de la calicata C2 incorporado la cal y el NaCl (SN, SN + 2% de cal, SN + 4% de cal, SN + 6% de cal, SN + 1% de NaCl, SN + 2% de NaCl y SN + 3% de NaCl).

Tabla 09: Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de cal y cloruro de sodio

Calicata C2	LL	LP	IP
Suelo natural (SN)	32.80%	29.10%	3.70%
SN + 2% de cal	31.10%	29.80%	1.30%
SN + 4% de cal	NP	NP	NP
SN + 6% de cal	NP	NP	NP
SN + 1% de NaCl	32.10%	29.70%	2.40%
SN + 2% de NaCl	31.60%	30.20%	1.40%
SN + 3% de NaCl	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

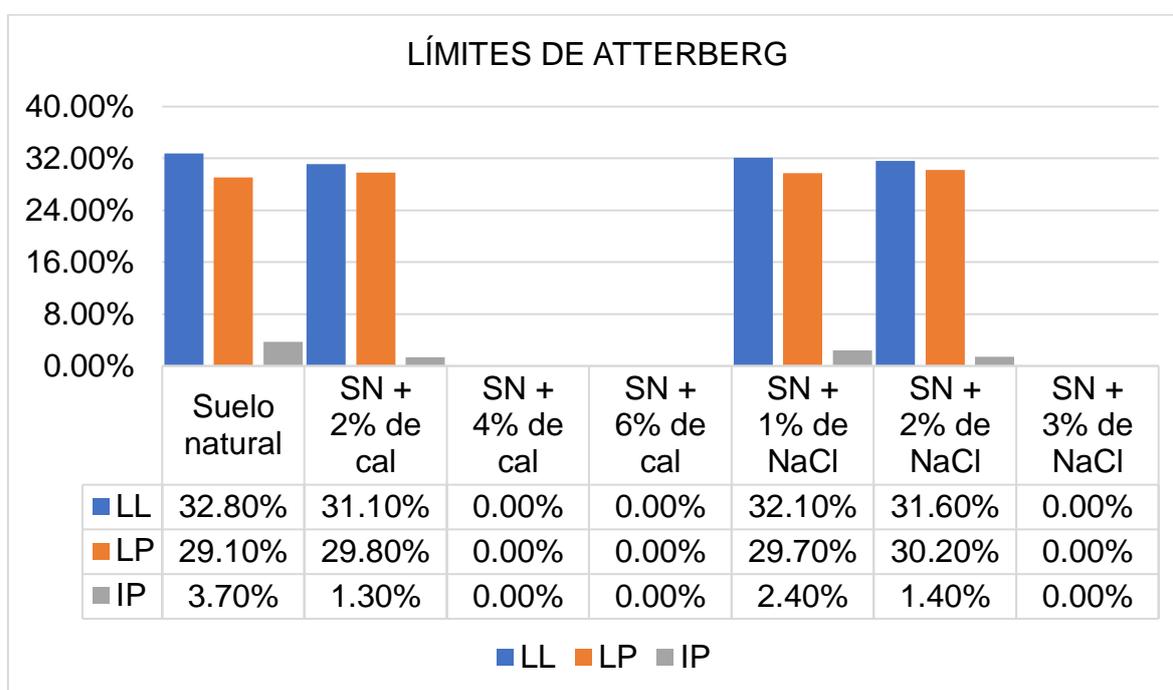


Figura 16: Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de cal y cloruro de sodio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la tabla 09 y figura 15 se visualiza que la muestra del terreno natural tiene un IP=3.70%. Mientras que con la incorporación del 2% de cal el IP=1.30%, con el 4% y el 6% de cal el IP=0. Además, al incorporar el 1% de NaCl el IP=2.40%, con el 2% de NaCl el IP=1.40% y el 3% de NaCl el IP=0.

Objetivo 2:

Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la compactación del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Para lograr este objetivo se realizaron los ensayos de Proctor modificado por medio del método “A” el cual nos permitió conocer la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra incorporado la cal y el NaCl (SN, SN + 2% de cal, SN + 4% de cal, SN + 6% de cal, SN + 1% de NaCl, SN + 2% de NaCl y SN + 3% de NaCl).

Tabla 10: Proctor modificado con la aplicación de cal y cloruro de sodio

Calicata C2	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Contenido Humedad óptima (%)
Suelo natural (SN)	1.617	14.4
SN + 2% de cal	1.623	15.1
SN + 4% de cal	1.635	15.7
SN + 6% de cal	1.643	16.3
SN + 1% de NaCl	1.628	18.5
SN + 2% de NaCl	1.678	17.7
SN + 3% de NaCl	1.657	16.1

Fuente: Elaboración propia

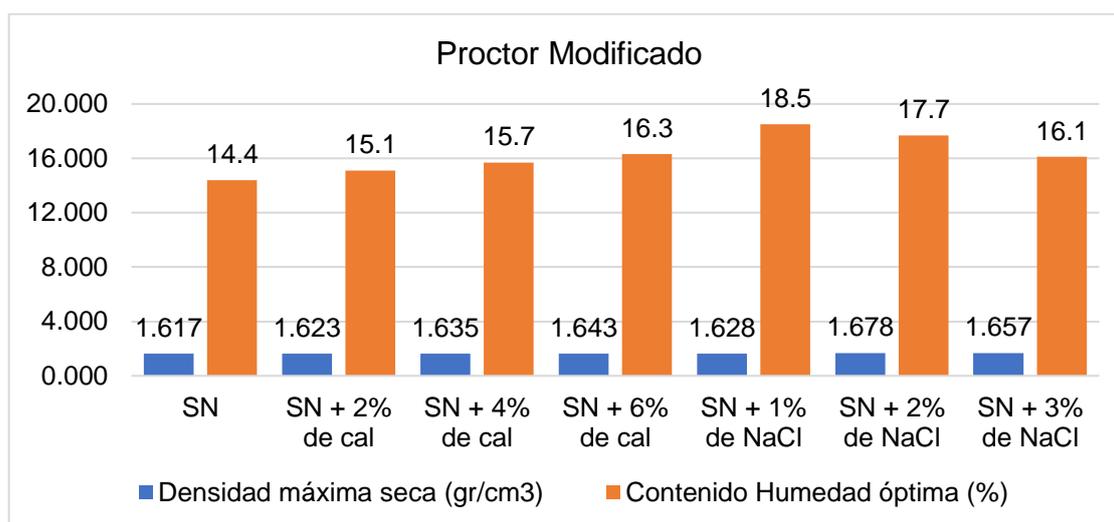


Figura 17: Proctor modificado con la aplicación de cal y cloruro de sodio

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En la tabla 10 y figura 17 se muestra los resultados del ensayo Proctor modificado realizado a la calicata C2 en su estado natural, donde se apreció que su contenido de humedad fue de 14.4% y su densidad máxima seca de 1.617

gr/cm³. Así mismo al agregarle 2% de cal su contenido de humedad fue de 15.1% y densidad máxima seca de 1.623 gr/cm³, al agregarle 4% de cal su contenido de humedad fue de 15.7% y densidad máxima seca de 1.635 gr/cm³, al agregarle 6% de cal su contenido de humedad fue de 16.3% y densidad máxima seca de 1.643 gr/cm³. Por otro lado, al adicionarle 1% de NaCl su contenido de humedad fue de 18.5% y densidad máxima seca de 1.628 gr/cm³, al agregarle 2% de NaCl su contenido de humedad fue de 17.7% y densidad máxima seca de 1.678 gr/cm³; finalmente, al adicionarle 3% de NaCl su contenido de humedad fue de 16.1% y densidad máxima seca de 1.657 gr/cm³.

Objetivo 3:

Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejora la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Con el fin de alcanzar este objetivo se llevaron a cabo los ensayos de CBR el cual nos dio a conocer la medida de resistencia al esfuerzo cortante del suelo para así evaluar su resistencia incorporando los porcentajes de Cal y NaCl (SN, SN + 2% de cal, SN + 4% de cal, SN + 6% de cal, SN + 1% de NaCl, SN + 2% de NaCl y SN + 3% de NaCl).

Tabla 11: *Ensayo de C.B.R. con la aplicación de cal y cloruro de sodio*

Calicata C2	CBR al 95%	CBR al 100%
Suelo natural (SN)	16.60%	20.50%
SN + 2% de cal	21.60%	28.40%
SN + 4% de cal	18.90%	25.60%
SN + 6% de cal	14.50%	20.80%
SN + 1% de NaCl	20.50%	27.00%
SN + 2% de NaCl	7.60%	10.00%
SN + 3% de NaCl	5.20%	6.80%

Fuente: Elaboración propia

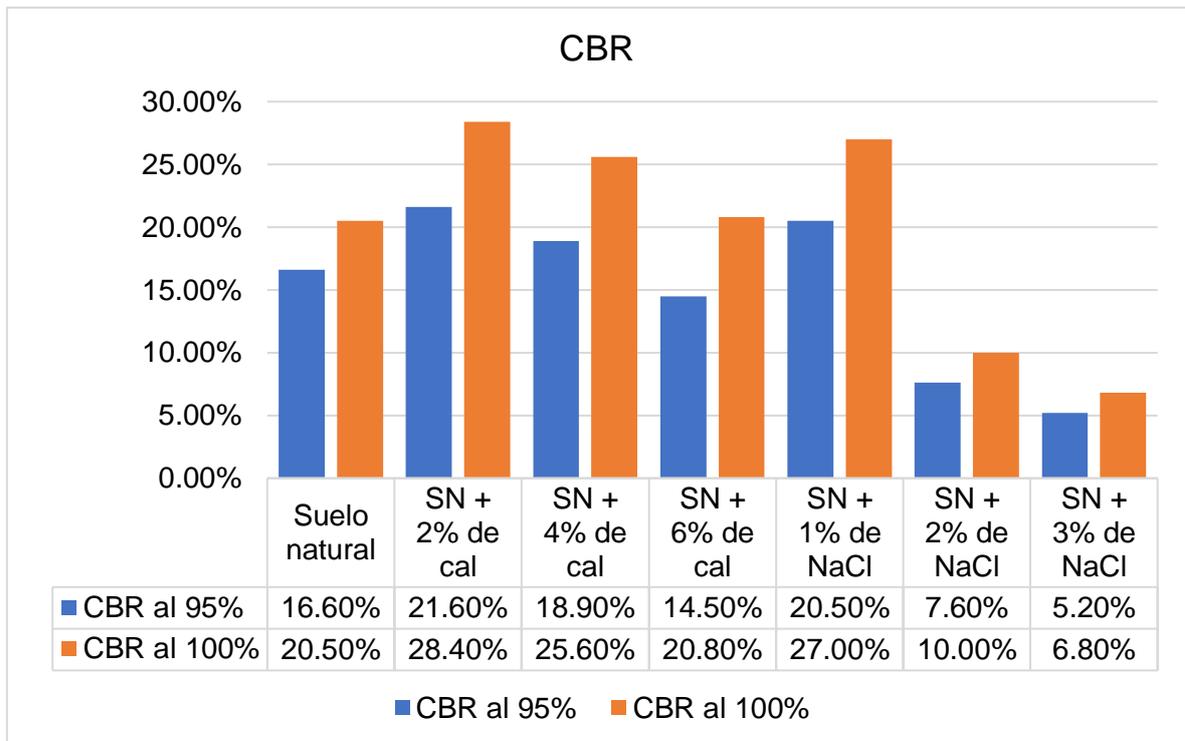


Figura 18: C.B.R. incorporando cal y NaCl

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En la tabla 09 y figura 16 se pudo apreciar los ensayos de CBR donde podemos observar el cambio desde su estado natural y al adicionar la cal y el NaCl, dando a conocer que incorporando el 2% de cal mejora el valor de CBR mostrando que el suelo inicialmente tuvo valores de 20.50% al 100% y 16.60% al 95%, que luego de haber adicionado el 2% de cal incrementó en 28.40% al 100% y 21.60 al 95%. Al adicionar el 4% de cal el C.B.R. al 95% resultó de 18.90% y al 100% fue de 25.60%. También, cuando se adicionó el 6% de cal a la muestra el C.B.R. al 95% fue de 14.50% y al 100% fue de 20.80%. Por otro lado, al incorporar cal al 1%, 2% y 3% a la muestra se observó que el C.B.R al 95% resultó de 14.50%, 20.50% y 5.20% respectivamente. En cambio, el C.B.R al 100% fue de 27%, 10% y 6.80% respectivamente. Demostrando así su determinación a partir de la adición del 2% cal y del 1% de NaCl, pues se obtuvo una subrasante muy buena en relación a lo planteado por el MTC ya que el CBR superó el 20%.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Establecer de qué manera la aplicación de cal (2%, 4% y 6%) y cloruro de sodio (1%, 2% y 3%) disminuye la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Antecedente: Santander y Yávar (2018), para su estudio incorporó porcentajes de cal directamente al suelo, consiguiendo así mejoras en la cohesión del terreno al disminuir el índice de plasticidad del 26.5% al 7.51%, lo que demostró de que la cal interviene directamente, disminuyendo de forma satisfactoria su límite líquido y su plasticidad.

Resultados: En esta investigación, el terreno de origen natural tenía un índice de plasticidad de 3.70% pero al incorporar la cal en 2% (1.30), 4% (0) y 6% (0) y cloruro de sodio 1% (2.40), 2% (1.40) y 3% (0) estos se reducen, siendo el que mejor lo disminuyó la adición del 2% de cal y 1% de cloruro de sodio.

Comparación: Con la cal se lograron resultados semejantes al disminuirse el índice de plasticidad. En este sentido, se ha demostrado en nuestra investigación al incorporar la cal NaCl (cloruro de sodio en sus distintos porcentajes de (2%, 4% y 6%) y (1%, 2% y 3%) respectivamente al suelo ayuda a disminuir la plasticidad, siendo similares al antecedente. Por medio de los ensayos de límites de consistencia se afirma que la cal y el cloruro de sodio en sus distintas dosificaciones disminuye la plasticidad del suelo.

Objetivo 2: Establecer de qué manera la aplicación de cal (2%, 4% y 6%) y cloruro de sodio (1%, 2% y 3%) mejora la compactación del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Antecedente: Hurtado y Ricra (2020), en su estudio integró porcentajes de cal al suelo de forma directa en un porcentaje recomendado del 4%, logrando una Máxima Densidad Seca de 1.85 gr/cm y un Óptimo Contenido de Humedad de 9.77%, por lo que se consiguió mejorar la compactación de la subrasante.

Resultados: en este estudio, el terreno natural presentó un contenido óptimo de humedad de 14.4% y su densidad máxima seca de 1.617 gr/cm³. Así mismo al agregarle 2% de cal resultó en un 15.1% de contenido de humedad y 1.623 gr/cm³ de densidad máxima seca, al agregarle 4% de cal su contenido de humedad fue de 15.7% y densidad máxima seca de 1.635 gr/cm³, al agregarle 6% de cal su

contenido de humedad fue de 16.3% y densidad máxima seca de 1.643 gr/cm³. Por otro lado, al adicionarle 1% de NaCl su contenido de humedad fue de 18.5% y densidad máxima seca de 1.628 gr/cm³, al agregarle 2% de NaCl su contenido de humedad fue de 17.7% y densidad máxima seca de 1.678 gr/cm³; finalmente, al adicionarle 3% de NaCl su contenido de humedad fue de 16.1% y densidad máxima seca de 1.657 gr/cm³. Por lo que, la adición del 2% de cal y 1% de cloruro de sodio mejora la compactación del suelo.

Comparación: De acuerdo con los antecedentes expuestos en la presente investigación, se determinó que la cal mejoró la compactación del suelo. Por medio de la realización del ensayo del Proctor modificado, se reveló que al adicionar la cal a la muestra se logró mejorar la compactación del suelo, logrando resultados parecidos al antecedente relacionado.

Objetivo 3: Determinar de qué manera la aplicación de cal (2%, 4% y 6%) y cloruro de sodio (1%, 2% y 3%) mejora la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022.

Antecedente: Machco (2019) en su investigación incorporó porcentajes de cal directamente al suelo, logrando mejoras en la capacidad portante del suelo, teniendo una resistencia del suelo inicial de 9.60% incrementándose hasta un 16.10% con la incorporación del 16% de cal, incrementando su resistencia en un 6.5%.

Resultados: Al inicio de la investigación, el suelo natural presentaba un CBR DEL 16.60% al 95% y del 20.50% al 100% y en la medida que se adicionaba en forma progresiva la cal desde un 2% (21.60%), 4% (18.90%) y 6% (14.50%) al 95% y 2% (28.40%), 4% (25.60%) y 6% (20.80%) al 100% y cloruro de sodio desde un 1% (20.50%), 2% (7.60%) y 3% (5.20%) al 95% y 1% (27.00%), 2% (10.00%) y 3% (6.80%) al 100% siendo la mejor dosificación del 2% cal y 1% de cloruro de sodio porque se produjo el máximo CBR dejando de ser una subrasante buena para convertirse en una subrasante muy buena ya que el CBR es mayor al 20%

Comparación: Según los antecedentes, el uso de cal en diferentes concentraciones tuvo excelentes efectos, mejorando la capacidad portante de la subrasante, ya que el CBR de la muestra en su forma natural mejoró cuando se añadió el material. Asimismo, el presente estudio demostró que, al incrementar los porcentajes de la

cal y del cloruro de sodio, el CBR se incrementó al 95% y al 100%, con resultados semejantes a los del antecedente.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General, se analizó que la estabilización de la subrasante con cal y cloruro de sodio aportó mejoras en las características del terreno natural ubicado en la Av. Las Flores – Puente Piedra, visualizando su evaluación en sus propiedades físico-mecánicas: 1) al disminuir el IP en los límites de consistencia. 2) al mejorar la compactación del suelo 3) al mejorar la resistencia al suelo incrementando el C.B.R. del suelo.

Objetivo Específico 1, se estableció la dependencia del porcentaje de cal y cloruro de sodio en los ensayos de límites de Atterberg, ya que con la adición del 2% de cal se disminuyó en un 2.40% el índice de plasticidad del terreno natural, pasando de 3.70% al 1.30%. Además, el cloruro de sodio también influye en la disminución del 2.30% del índice de plasticidad del terreno natural, pasando de 3.70% al 1.40% mediante la adición del 2% de cloruro de sodio. Afirmando de esta manera que la aplicación de cal y cloruro de sodio disminuyen la plasticidad del suelo.

Objetivo específico 2, No se pudo comprobar la dependencia de la cal y del cloruro de sodio en el ensayo de Proctor modificado del suelo; por el contrario, su contenido óptimo de humedad aumentó del 14.4% al 16.3% en el caso de la cal y del 14.4% al 18.5% en el caso del cloruro de sodio, lo que supone un aumento del 1.90% y del 4.10% respectivamente respecto al suelo natural. En consecuencia, el impacto de la cal (2%, 4% y 6%) y del cloruro de sodio (1%, 2% y 3%) es adverso para el contenido óptimo de humedad del suelo. Sin embargo, en relación a la densidad máxima seca aumentó del 1.617% al 1.643% con la adición del 6% de cal y del 1.617% al 1.678% con el 2% de cloruro de sodio.

Objetivo Especifico 3, se estableció la dependencia del porcentaje de cal y cloruro de sodio en la resistencia del suelo ya que incrementó el C.B.R. en un 7.90% del terreno natural, pasando de 20.50% al 28.40% mediante la incorporación del 2% de la cal y con la adición del 1% de cloruro de sodio el C.B.R. se incrementó en un 6.5% pasando de 20.50% al 27%. Afirmando de esta manera que la aplicación de cal y cloruro de sodio mejoran la resistencia del suelo por medio del incremento del C.B.R.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Especifico 1, En la presente investigación al adicionar dosificaciones de cal en 2%, 4% y 6% y de cloruro de sodio en 1%, 2% y 3%, en todas las muestras realizadas se logró disminuir la plasticidad del suelo, para futuras investigaciones se recomienda emplear porcentajes de cal menores al 4% y valores inferiores al 3%, ya que con estos valores el IP sale no plástico.

Objetivo Especifico 2, En la presente investigación se demostró que al aumentar los porcentajes de cal y disminuir los del cloruro de sodio el contenido de humedad óptimo aumentó en relación al del suelo natural; en consecuencia, se recomienda que los futuros tesisistas disminuyan el porcentaje de cal y aumenten el porcentaje de cloruro de sodio hasta lograr un porcentaje promedio de contenido de humedad óptimo.

Objetivo Especifico 3, En la presente investigación al adicionar dosificaciones de cal en 2%, 4% y 6% y de cloruro de sodio en 1%, 2% y 3%, en todas las muestras realizadas se logró aumentar la capacidad portante excepto con el 6% de cal y el 2% y 3% de cloruro de sodio en donde sus resultados arrojaron valores inferiores al C.B.R. del suelo natural, para futuras investigaciones se recomienda emplear cal en un 2% y un máximo de 1% de cloruro de sodio, los cuales producirán el máximo C.B.R de 28.40% y 27% respectivamente.

REFERENCIAS

1. LÓPEZ, J. y ORTIZ, G. *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la Ciudad de Abancay* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Tecnológica de los Andes, 2018. [Consultado 29 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
2. NIÑO, A. *Adición de cal para mejora de suelos con fines de cimentación en condominio Monte – Carmelo, Distrito el Carmen – Chincha – Ica, 2018* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2018. [Consultado 27 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43548>
3. ONCOY, J. *Estabilización con cal a nivel de subrasante de la carretera Huaraz – Marcac en la progresiva 0+000 – 2+000 - 2018* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2018. [Consultado 15 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26410>
4. MACHCO, E. *Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A.H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2019. [Consultado 29 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44888>
5. HURTADO, E. y RICRA, R. *Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Wiracocha, distrito y provincia de Andahuaylas, 2020* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2020. [Consultado 30 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59175>
6. VELASQUEZ, O. *Estabilización de suelos arcillosos de subrasante incorporando cal cloruro de sodio, carretera Titilaca – Santa Rosa, Puno, 2021* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2021. [Consultado 30 abril 2022]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79930>
7. SANTANDER, M. y YÁVAR, J. *Análisis comparativo entre métodos de estabilización de subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas y mezclas con cal, en la urbanización Tanya Marlene ubicada en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad de Guayaquil, 2018.

[Consultado 10 abril 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29312>

8. LARREA, B. y RIVAS, J. *Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019. [Consultado 09 abril 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12607>

9. SALINAS, J. *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019. [Consultado 8 abril 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/5223>

10. ÁLVAREZ, B. y ROJAS, L. *Comparación de las alternativas de estabilización con cal, cemento, silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias con presencia de arcilla en la región de la Orinoquía* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Santo Tomás, 2020. [Consultado 15 abril 2022]. disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/32040>

11. HERNÁNDEZ, A. *Comportamiento mecánico de un suelo arcilloso estabilizado con puzolanas y cal como material para capa sub base* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Autónoma de Querétaro, 2021. [consultado 28 abril 2022]. Disponible en :<http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3310>

12. OBIANIGWE, N. & NGENE, B, Soil Stabilization for Road Construction: Comparative Analysis of a Three-Prong Approach. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018, 1 - 12 [Consulted 7 mayo 2022]. ISSN 413 012023 Available in:[10.1088/1757-899X/413/1/012023](https://doi.org/10.1088/1757-899X/413/1/012023)

13. XIN, Y., YUHONG, W., & YINGTAO, L. Stabilization of Pavement Subgrade Soils Containing Rich Chloride Salts, IOP Conference Series: Journal of Transportation Engineering. 2018, 1-13 [Consulted 9 mayo 2022]. Available in: <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000049>

14. LOKMANE, A., ASADI, A., NAHAZANAN, H., B. K. HUAT, B., DHEYAB, W., & ELKHEBU, A., Effect of Clay Content on Soil Stabilization with Alkaline Activation. IOP Conference Series: International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. 2019, [Consulted 9 mayo 2022]. Available in: <https://doi.org/10.1007/s40891-019-0157-y>
15. ISMEIK, M., & SHAQOUR, F., Effectiveness of lime in stabilising subgrade soils subjected to freeze–thaw cycles. IOP Conference Series: Road Materials and Pavement Design. 2018, 42 - 60 [Consulted 7 mayo 2022] ISSN: 2164-7402. Available in: <https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1479289>
16. PAL, H., SINGH, J., SINGH, G., SINGH, H., & SINGH, M., Improvement in the Engineering Properties of Clayey Soil Using Sodium Chloride. IOP Conference Series: International Conference of Advance Research & Innovation . 2020, 127 - 129 [Consulted 8 mayo 2022]. Available in: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3569450>
17. AMAYA, M., BOTERO, E. y OVANDO, E. Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos. *Sociedad Mexicana De Ingeniería Geotécnica A.C.* 2018, 17-22 [Consultado 1 mayo 2022]. disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335193052_Oxido_de_calcio_en_la_estabilizacion_de_suelos_arcillosos
18. MORALES, E. y PAILACURA, C. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. *Obras y Proyectos.* 2019, septiembre, 27-36 [Consultado 28 abril 2022]. ISSN: 0718-2813. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132019000200027>
19. CHAVARRY, C., FIGUEROA, R. y REYNAGA, R. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento.* 2020, 40-69 [Consultado 30 de abril 2022]. ISSN: 2550-682X. Disponible en: https://redib.org/Record/oai_articulo2731279-estabilizaci%C3%B3n-qu%C3%ADmica-de-capas-granulares-con-cloruro-de-calcio-para-v%C3%ADas-pavimentadas

20. NAVARRO, E., ALONZO, E., AYALA, L. y SÁNCHEZ, A. Cal química para la estabilización de suelos arcillosos. *Pro Tierra*. 2022, abril, 127-132 [Consultado 15 abril 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/359707159_Cal_quimica_para_la_estabilizacion_de_suelos_arcillosos_20_SIACOT_2022
21. RIVERA, J., AGUIRRE, A., MEJÍA, R. y OROBIO, A. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*. 2020, 202-226 [Consultado 4 mayo 2022]. ISSN: 2256-5035. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
22. HUSSAM, Y. Effect of expansive subgrade soil on the reinforced subbase layer. Republic of Iraq: Ministry of Higher Education and Scientific Research University of Technology, 2015
23. BARRETO, S., BANGUERA, J., y CÓRDOVA, J.. Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos. 2018, vol. 10, n.º1. [Consultado 6 de mayo del 2022]. ISSN 2218-3620 Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100059#:~:text=Sub%2Drasante%3A%20sirve%20de%20terreno,transversales%20y%20de%20pendiente%20necesarias
24. SERRANO, E., y PADILLA, E. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. *Revista Ingeniería Solidaria*. 2018, 25(1). [Consultado 15 de mayo de 2022]. Disponible en <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/2695/2671/>
25. DUARTE, M., ROJAS, H. Obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrometro de cono de caída, considerando los diferentes conos existentes en la literatura para un suelo bentonítico. Tesis (Título de ingeniero). Colombia: Universidad Católica, 2017. Disponible en [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15200/1/OBTENCI%C3%93N%20DEL%20L%C3%8DMITE%20L%C3%8DQUIDO%20Y%20L%C3%8DMITE%](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15200/1/OBTENCI%C3%93N%20DEL%20L%C3%8DMITE%20L%C3%8DQUIDO%20Y%20L%C3%8DMITE%20)

20PL%C3%81STICO%20USANDO%20EL%20PENETR%C3%93METRO%20DE
%20CONO%20DE%20CA%C3%8DDA%2C%20CONSIDERA.pdf

26. CEVALLOS, Andrés. Determinación del límite líquido y plástico de los suelos mediante el uso del penetrómetro cónico. Tesis (Licenciatura en Ingeniería). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6403>

27. LÓPEZ, Griselda. Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado. Universitat Olitecnica de valencia [en línea] Marzo, 2017. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2022]. Disponible en <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ciencia-sur/article/view/262>

28. CRESPO, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. [en línea]. 5a ed. México: Limusa, 2004. [fecha de consulta 08 febrero 2022]. ISBN: 968-18-6489-1. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=frontcover&dq=Mec%C3%A1nica+de+suelos+y+cimentaciones&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Mec%C3%A1nica%20de%20suelos%20y%20cimentaciones&f=false

29. Geotechnical test method:test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index.Geotechnical Engineering Bureau. [en línea]. 2015, agosto. [fecha de consulta 10 abril 2022]. Disponible en: <https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/technicalservices-repository/GTM-7b.pdf>

30. Geotechnical test method:test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index.Geotechnical Engineering Bureau. [en línea]. 2015, agosto. [fecha de consulta 01 abril 2022]. Disponible en: <https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/technicalservices-repository/GTM-7b.pd>

31. BOBROWSKY, P. y MARKER, B. Encyclopedia of Engineering Geology. [en línea]. 1ed. Basilea, 2018 [fecha de consulta: 01 abril 2022]. doi: 10.1007/978-3-

319-73568-9. Disponible en:
https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-73568-9_223

32. LOPEZ, Griselda. (2017) Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado. Universitat Politècnica de Valencia. 1 – 8. Disponible en <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139866/L%C3%B3pez%20-%20Ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20en%20carreteras%3A%20Proctor%20Normal%20y%20Modificado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

33. LÓPEZ, Griselda. Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado. Universitat Olitecnica de valencia [en línea] Marzo, 2017. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2022]. Disponible en <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ciencia-sur/article/view/262>

34. ORTIZ, R. Influencia del nivel freático en la determinación de capacidad portante de suelos, en cimentaciones superficiales, Distrito de Pilcomayo en 2017. [en línea]. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. [Consultado 10 de abril 2022]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_0c8ed8a5c22438ca08fc4fb80cfd8d59/Details

35. BACKUS, E. California Bearing Ratio Test: CBR Values & Why They Matter [en línea]. [fecha de consulta: 12 abril 2022]. Disponible en:
<https://www.globalgilson.com/blog/cbr-testing>

36. JÚAREZ, Eulalio, RICO, Alfonso. Mecánica de suelos I: Fundamentos de la Mecánica de suelos. México: EDITORIAL LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 2005. 34 pp. ISBN: 968-18-0069-9

37. THOMPSON, Louis, TROEH, Frederick. Suelos y su fertilidad. 4ª Ed. New York: McGraw-Book Company, 1982. 639 pp. ISBN: 978-84-291-1041-8

38. MOALE, Alexandra. Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. Disponible en

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ_A.pdf

39. ALVA, Roy y PEZO, Líder. Mejoramiento de la subrasante con adición de cal estructural y su influencia en la capacidad portante de la carretera Shucushuyacu - Lago Cuipari – Teniente Cesar López – Loreto. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú - UCP, 2021. Disponible en <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1707/ALVA%20RUIZ%20ROY%20ARTIDORO%20Y%20PEZO%20HONORIO%20L%c3%8dDER%20DAVID%20-%20TESIS.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

40. CHAVARRY-VALLEJOS, Carlos, FIGUEROA-MERINO, Rosario, y REYNAGATEJADA, Rossy. Polo del Conocimiento [en línea]. Junio 2020, vol. 5, n.º 6. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2022]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518100> ISSN: 2550-682X

41. USÓN, Rafael. Química: Una ciencia experimental. España: Editorial reverté, S.A., 1987. 479 pp. ISBN: 84-291-7-120-7

42. DUSSÁN, S., HURTADO, D., y CAMACHO, J. Granulometry, Functional Properties and Color Properties of Quinoa and Peach Palm Fruit Flour. Información tecnológica [en línea]. Octubre-2019 n 5. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2022]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003> ISSN: 0718-0764.

43. BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación. 1ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2014. 144 pp. ISBN: 978-607-744-003-1

44. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la Investigación. Editorial McGRAW-HILL [en línea]. 2014, 6. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
ISBN 978-1-4562-2396-0

45. ALTAMIRANO, Genaro y DIAZ, Axel. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Tesis (Título de Ingeniero civil). Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015. Disponible en <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/>

46. CCALA, David. Y GARCIA, Angel. Efecto del Uso de Cloruro de Sodio en la Estabilización de Suelos, Caso: Guadalupito, 2021". Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima, Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85991>

47. TAMAYO, M. El Proceso de la investigación científica. [en línea]. 4ta ed. México: LIMUSA Noriega Editores, 2012. [fecha de consulta: 16 marzo 2022]. ISBN: 968-18-5872-7. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC&pg=PA4&dq=ISBN:+968-18-5872-7&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj7uKHxrN_xAhUhqpUCHZauBmcQ6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=ISBN%3A%20968-18-5872-7&f=false

48. ROJAS, R. Guía para realizar investigaciones sociales. [en línea]. 38va ed. México, D. F: Plaza y Váldes Editores, 2013. [fecha de consulta: 18 marzo 2022]. ISBN: 968-856-262-5. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=INHY5YetxQC&pg=PA6&dq=ISBN:+968-856-262-5&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLoZ2_rd_xAhUiq5UCHbDmA7wQ6AEwAHoECAGQAg#v=onepage&q=ISBN%3A%20968-856-262-5&f=false

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Operacionalización de variables

Título: Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022					
DEFINICIÓN OPERACIONAL					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación de cal y cloruro de sodio	Para Monckeberg (2012) es un compuesto de origen natural, elaborado químicamente, que se utiliza para la estabilización de materiales granulares y suelos, pretendiendo mejorar los sustratos o suelos (p.14).	Para determinar qué porcentaje logra aumentar la capacidad de soporte se elaboró 3 experimentales.	Dosificación del cal y cloruro de sodio.	Muestra patrón.	Fichas de laboratorio
				Muestra con 2% de cal.	
				Muestra con 4% de cal.	
				Muestra con 6% de cal.	
				Muestra con 1% de cloruro de sodio.	
				Muestra con 2% de cloruro de sodio.	
Muestra con 3% de cloruro de sodio.					
VARIABLE DEPENDIENTE Subrasante	Según Dussan (2019) es la discriminación de la composición física del suelo, procedimiento de estudio y control de calidad de la compactación de un área que mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, para evaluar la calidad del área (p.1).	Para determinar el estudio de suelos se realizarán actividades de recojo procesamiento de muestras que son realizados con fichas o protocolos de laboratorio.	Plasticidad.	Límite líquido. Límite plástico. Índice de plasticidad.	Ficha de resultados de laboratorio para el ensayo de límites de Atterberg. NTP 339.129.
			Compactación.	Rango de humedad. Máxima densidad seca.	Fichas de resultados de laboratorio. ASTM D1557.
			Resistencia del suelo.	Capacidad de soporte CBR.	Fichas de resultados de laboratorio. ASTM 1883.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título:		Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022				
Autores:		De La Cruz De La Cruz, Josué Herrera Zambrano, Héctor Alberto				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLÓGICA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE: Aplicación de cal y cloruro de sodio			Método: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativo) Diseño: (Cuasi-Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: El suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra. Muestra: 3 calicatas de la Av. Las Fresas, Puente Piedra. Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación directa y experimental Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados.
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejoraran la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejoran la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022.	La aplicación de cal y cloruro de sodio mejorarán la estabilidad de la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra Lima 2022.	Dosificación del cal y cloruro de sodio.	Muestra patrón.	Fichas de laboratorio	
				Muestra con 2% de cal.		
				Muestra con 4% de cal.		
				Muestra con 6% de cal.		
				Muestra con 1% de cloruro de sodio.		
				Muestra con 2% de cloruro de sodio.		
Muestra con 3% de cloruro de sodio.						
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. DEPENDIENTE: Subrasante			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022.	La aplicación de cal y cloruro de sodio disminuirá la plasticidad del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra Lima 2022.	Plasticidad del suelo	Límite líquido. Límite plástico. Índice de plasticidad.	Ficha de resultados de laboratorio para el ensayo de límites de Atterberg. NTP 339.129:1999	
¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la compactación del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la compactación del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022.	La aplicación de cal y cloruro de sodio incrementará la compactación del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra Lima 2022.	Compactación del suelo	Óptimo Contenido de Humedad. Máxima Densidad Seca.	Fichas de resultados de laboratorio. NTP 339.128:1999	
¿De qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de cal y cloruro de sodio mejorará la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas Puente Piedra, Lima 2022.	La aplicación de cal y cloruro de sodio incrementará la resistencia del suelo de la Av. Las Fresas, Puente Piedra Lima 2022.	Resistencia del suelo	Capacidad portante CBR.	Fichas de resultados de laboratorio. ASTM 1883	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Instrumento |de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cal y cloruro de sodio

Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022

Parte A: Datos generales

Tesista 01: De la Cruz De La Cruz, Josué

Tesista 02: Herrera Zambrano, Héctor Luis Alberto

Fecha: Lima, 23 de noviembre del 2021

Parte B: Dosificación de cal y cloruro de sodio (NaCl)

Cal	NaCl
2%	1%
4%	2%
6%	3%

Tesis: Niño, A (2018) Dosificación de cal: 1%, 3%, 5%, 7%

Tesis: Velásquez, O (2018) Dosificación de cal: 3%, 5% y 8%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Curi Salvatierra
Nombres: Onix Zay
Título: Ingeniero Civil
Grado: Ingeniero
N° Reg. CIP: 279232
Firma:

ONIX ZAY
CURI SALVATIERRA
Ingeniero Civil
CIP N° 279232

Apellidos: Herrera Ayca
Nombres: Héctor Ubaldo
Título: Ingeniero Civil
Grado: Magister
N° Reg. CIP: 42189
Firma:

HECTOR UBALDO HERRERA AYCA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 42189

Apellidos: Chavesta Rospi
Nombres: Junior Alexander
Título: Ingeniero Civil
Grado: Ingeniero
N° Reg. CIP: 189789
Firma:

JUNIOR ALEXANDER CHAVESTA ROSPI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 189789

Anexo 4: Informe de ensayo – Clasificación de suelos C1



Tel.: (01) 632-9183
 Cal.: 980703014 / 921295894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Ab. Universitaria otra. 69, Villaori - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

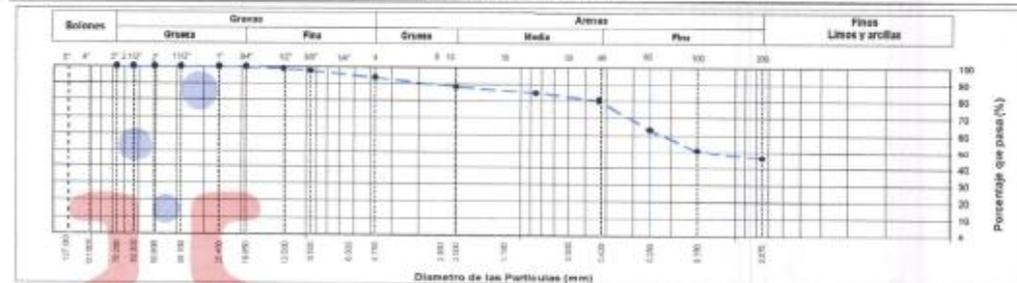
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
PROYECTO: Aplicación de cal y cenizas de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022 SOLICITANTE: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jefe de La Cruz de La Cruz UBICACIÓN: PUENTE PIEDRA, LIMA Calicata: C-1 Muestreado por: WLL Muestra: M-1 Ensayado por: C/RT Profundidad: 1.4 m Fecha de ensayo: 7/05/2022			

TAMIZ	AASHTO T-27 [mm]	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 22.5 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) N.P Limite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 6.4 Arena (%) 47.7 Finos (%) 45.9 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (0) Nombre del Grupo Arena limosa
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	99.07		
3/8"	9.530	97.76		
Nº 4	4.750	93.60		
Nº 10	2.000	88.45		
Nº 20	0.850	84.44		
Nº 40	0.430	80.07		
Nº 60	0.250	83.32		
Nº 100	0.150	51.19		
Nº 200	0.075	45.92		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SM Arena limosa
 ASTM 2486

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secado al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - 3) El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
 - 4)

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	---

Anexo 5: Informe de ensayo – Clasificación de suelos C2



Tel: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-M5-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Fuente Piedra, Lima 2022		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Joraje de La Cruz de La Cruz		
UBICACIÓN	FUENTE PEDRA, LIMA		
Calleada	C-2	Muestreado por:	WLL
Muestra	M-2	Ensayado por:	CJRT
Profundidad	1.4 m	Fecha de ensayo:	6/05/2022

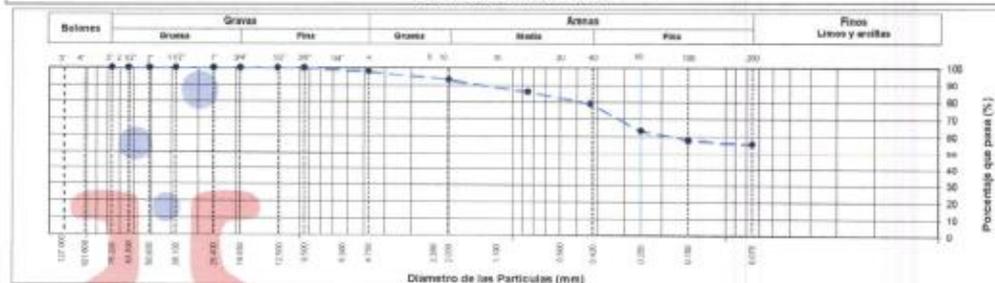
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200	100.00	/	/			
2 1/2"	63.500	100.00					
2"	50.800	100.00					
1 1/2"	38.100	100.00					
1"	25.400	100.00					
3/4"	19.050	100.00					
1/2"	12.700	100.00					
3/8"	9.530	100.00					
Nº 4	4.750	98.25					
Nº 10	2.000	93.06					
Nº 20	0.850	86.05					
Nº 40	0.430	78.86					
Nº 60	0.250	63.26					
Nº 100	0.150	57.89					
Nº 200	0.075	55.91					
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)					Contenido Humedad (%)	20.0	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)					Limite Líquido (LL)	33	
					Limite Plástico (LP)	20	
					Indice Plástico (IP)	4	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)					Grava (%)	1.7	
				Arena (%)	42.3		
				Finos (%)	55.9		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Clasificación SUCS (ASTM D2487)	ML		
				Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1)		
Nombre del Grupo				Limo arenoso			

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ML Limo arenoso
 ASTM D438

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- 4)

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 J. J. GEOTECNIA S.A.C. V/Bº LABORATORIO DE MATERIALES	 J. J. GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906	 J. J. GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 6: Informe de ensayo – Clasificación de suelos C3



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Av. Universitaria odra. 59, Villavieja - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FDR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
PROYECTO : Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase Av. Las Frías, Puente Piedra, Lima 2022 SOLICITANTE : Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA, LIMA Calicada : C-3 Muestreado por: WLL Muestra : M - 1 Ensayado por: C.R.T Profundidad : 1.6 m Fecha de ensayo: 6/05/2022			

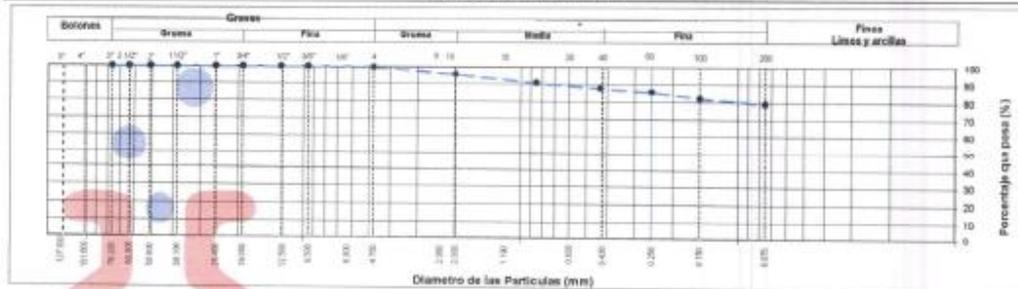
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 22.4 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 31 Limite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 0.5 Arena (%) 20.5 Finos (%) 79.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) ML Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (0) Nombre del Grupo Limo con arena
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
Nº 4	4.750	99.52		
Nº 10	2.000	95.35		
Nº 20	0.850	90.56		
Nº 40	0.430	87.61		
Nº 60	0.250	85.62		
Nº 100	0.150	82.03		
Nº 200	0.075	79.04		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ML Limo con arena
 ASTM 2486

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 a 5 °C.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 a 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 a 5°C.
- 4) El método de ensayo empleado para el Limite Plástico es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 a 5°C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provisoria e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 7: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	

REFERENCIA	Resultados de Laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALICATA	C-2		
MUESTRA	Fábrica		
Profundidad	1.40 m	Fecha de ensayo:	25/05/2022

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	1	2	
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Húmedo (A)	g	44.82	42.15	43.45	23.45	20.84	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	45.95	38.86	40.01	21.87	19.20	
Peso de Recipiente (C)	g	29.99	28.06	29.33	16.43	13.57	
Peso del Agua (A-B)	g	3.07	3.27	3.44	1.58	1.64	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.00	9.78	10.65	5.44	5.63	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	34.99	33.44	32.30	28.64	28.13	
N° De Golpes		15	22	25			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	32.8	29.1	3.7



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 8: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra patrón

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	

REFERENCIA	Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Pintas, Puente Piedra, Lima 2022
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima
CALICATA	C-2
MUESTRA	Paquete
Profundidad	1.40 m
	Fecha de ensayo: 25/05/2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		1	2	3	1	2	3
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	44.82	42.15	43.45	23.45	20.84	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	40.95	38.86	40.01	21.87	19.20	
Peso de Recipiente (C)	g	26.69	26.06	26.34	16.43	13.57	
Peso del Agua (A-B)	g	3.87	3.27	3.44	1.58	1.64	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.06	9.79	10.65	5.44	5.63	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	34.99	33.44	32.30	29.04	29.13	
Nº De Golpes		15	22	25			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	32.8	29.1	3.7



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP Nº 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 9: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 1% de cloruro de sodio



Tel.: (01) 632-9103
 Cal.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villavieja - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4316 / MTC B - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA	Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima
CALICATA	C-2
MUESTRA	1% de cloruro de sodio
Profundidad	1.40 m
Fecha de ensayo: 25/05/2022	

DESCRIPCION	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente						
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	g	39.04	41.40	40.92	25.34	27.21
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.32	38.49	37.54	22.03	24.05
Peso de Recipiente (C)	g	28.70	29.44	29.40	14.41	16.97
Peso del Agua (A-B)	g	3.32	2.96	2.98	2.49	2.36
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	8.62	9.05	9.44	8.44	7.88
Contenido Humedad $W = (A-B)/(B-C) * 100$	%	34.91	32.71	31.57	29.50	29.95
Nº De Golpes		15	22	26		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	32.1	29.7	2.4



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES V.B.	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 10: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 2% de cloruro de sodio



Tel: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villarueva
 All. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA	Resultados de laboratorio
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima.
CALCATA	C-2
MUESTRA	2% de cloruro de sodio
Profundidad	1.40 m
Fecha de ensayo: 30/05/2022	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	38.43	40.81	41.52	25.34	27.21	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.51	37.07	38.88	23.01	24.33	
Peso de Recipiente (C)	g	28.90	28.10	30.33	15.28	14.81	
Peso del Agua (A-B)	g	2.92	3.84	2.66	2.33	2.88	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	6.61	8.07	8.55	7.73	9.52	
Contenido Humedad $(W) = (A-B)/(B-C) * 100$	%	33.91	32.02	31.18	33.14	32.20	
N° De Golpes		15	22	25			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	31.6	30.2	1.4



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 11: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 3% de cloruro de sodio



Tel : (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria c/ra. 58, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	

REFERENCIA	Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima
CALCATA	C-2
MUESTRA	3% de cloruro de sodio
Profundidad	1.40 m
Fecha de ensayo: 25/03/2022	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W = \frac{(A-B)}{(B-C)} * 100$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	N.P	N.P	



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 12: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 2% de cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 921285894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Vilasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz PROYECTO : Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puerto Piedra, Lima 2022 UBICACIÓN : Puerto Piedra, Lima. CALIGATA : C-2 MUESTRA : 2% de cal Profundidad : 1.40 m	
Fecha de ensayo: 25/05/2022	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	1	2	3
Filtro de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.12	41.23	40.36	20.24	22.18	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	37.52	38.51	37.51	18.81	20.04	
Peso de Recipiente (C)	g	28.71	29.86	28.18	13.86	16.78	
Peso del Agua (A-B)	g	2.60	2.72	2.85	1.52	1.24	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	7.81	8.53	8.33	5.15	4.16	
Contenido Humedad (W)=(A-B)/(B-C)*100	%	33.29	31.88	30.48	29.71	29.81	
Nº De Golpes		15	22	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
	31.1	29.8	1.3



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 13: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 4% de cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 990700014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josué de La Cruz de La Cruz PROYECTO : Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022 UBICACIÓN : Puente Piedra, Lima CALICATA : C-2 MUESTRA : 4% de cal Profundidad : 1.47 m Fecha de ensayo: 25/05/2022	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	NP	NP
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W = \frac{(A-B)}{(B-C)} * 100$	%		
Nº. De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
	N.P	N.P	N.P



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Permitida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

Anexo 14: Informe de ensayo – Límites de consistencia C2 Muestra 6% de cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Wilanueví
 Alt. Universidad contra. 59, Vilasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Héctor Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz PROYECTO : Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022 UBICACION : Puente Piedra, Lima CALICATA : C-2 MUESTRA : 6% de cal Profundidad : 1.40 m	
Fecha de ensayo: 25/05/2022	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-D)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)]*100$	%		
Nº De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
	N.P.	N.P.	N.P.



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de calidad.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 15: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra patrón



Tel : (01) 632-8163
 Cel: 980700014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villarreal
 Alt. Universitaria edif. 59, Villavieja - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

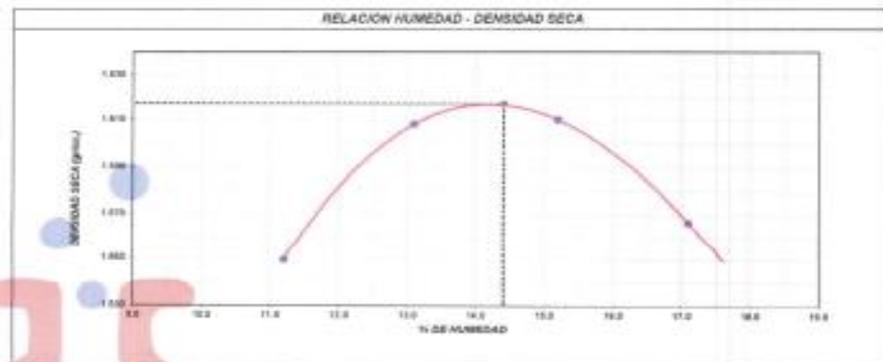
www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 11E			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Heitor Luis Alberto Herrera Zambrano, Jefe de La Cof de La Cof		
PROYECTO	Aplicación de cal y ceniza de volcán para estabilizar la subrasante Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo:	1/05/2022
MUESTRA	Piedra (limo arenoso)		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

Valores Molds	2719	cm ³
Peso Molds	8913	gr

MUESTRA	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	10,159	10,302	10,435	10,585	
Peso Suelo Humedo Compactado	3,648	3,848	3,930	3,992	
Peso Volumetrico Humedo	1,725	1,819	1,855	1,835	
Recipiente Numero	A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	502.4	508.3	545.1	614.7	
Peso Suelo Seco + Tara	505.8	529.0	473.2	524.9	
Peso de la Tara					
Peso del agua	56.6	69.3	71.9	89.8	
Peso del suelo seco	506	529	473	525	
Contenido de agua	11.2	13.1	15.2	17.1	
Densidad Seca	1.550	1.806	1.810	1.587	

Densidad Máxima Seca:	1.817	gr/cm ³	Contenido Humedad Óptima:	14.4	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

Anexo 16: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 1% cloruro de sodio



Tel: (01) 632-9183
 Cel: 980700014 / 021285804
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Av. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

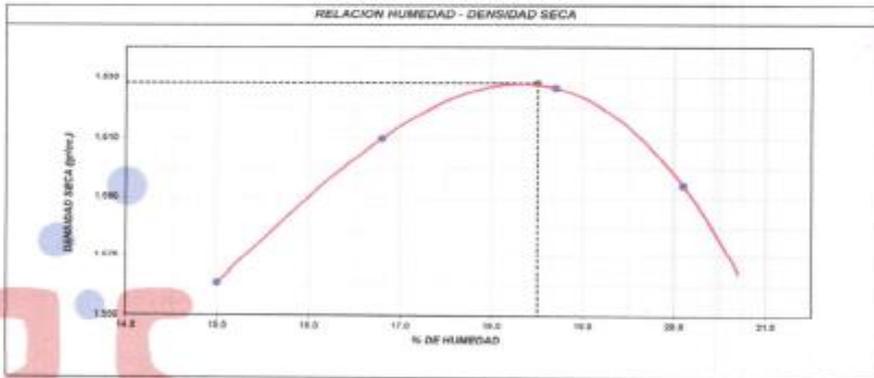
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			

REFERENCIA	Delos de laboratorio		
SOLICITANTE	Rector Luis Alberto Herrera Zambrano, José de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Los Pinos, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo:	13/05/2022
MUESTRA	Suelo + 1% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

Volúmen Mólde	3118	cm ³
Peso Mólde	6513	gr

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Mólde	gr	10,311	10,492	10,596	10,504	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	3,790	3,079	4,505	4,091	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	1,796	1,880	1,931	1,914	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	524.3	524.7	531.6	542.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	455.9	449.2	447.9	451.7	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	68.4	75.5	83.7	90.8	
Peso del suelo seco	gr	456	449	448	452	
Contenido de agua	%	15.0	16.5	18.7	20.1	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.561	1.610	1.626	1.594	

Densidad Máxima Seca:	1.628	gr/cm ³	Contenido Humedad Óptima:	18.5	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 • Muestra provista e identificada por el solicitante.
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. EDMER MORENO HUJAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad de JJ GEOTECNIA

Anexo 17: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 2% cloruro de sodio



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 N1, Universitaria cdra. 59, Villasel - Los Olivos - Lima
 Informes@jgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	GG-JJG
		Fecha	30/1/2022

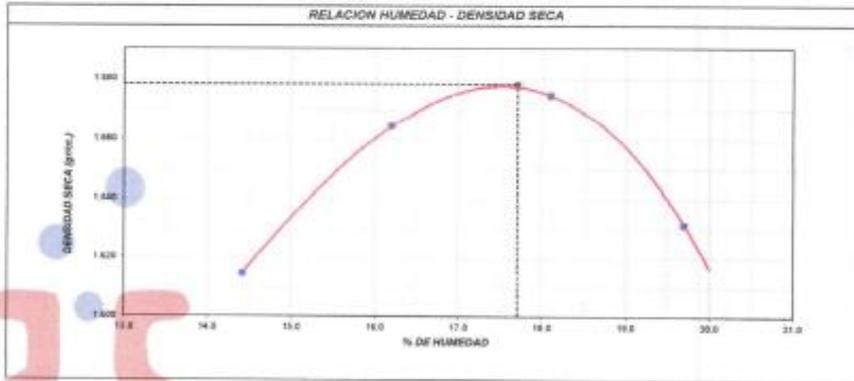
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ADTM D1587 / MTC E - 118

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACION	Puente Piedra, Lima		
CALICATA	C-2	Fecha de ensayo:	12/05/2022
MUESTRA	Suelo + 2% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

Volumen Molde	2118	cm ³
Peso Molde	851.3	gr

NUMERO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,423	10,605	10,696	10,845	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,910	4,002	4,185	4,132	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	1,848	1,934	1,978	1,953	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	532.4	597.1	524.3	550.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	465.3	513.9	443.9	491.7	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	67.1	83.2	80.4	58.9	
Peso del suelo seco	gr.	465	514	444	492	
Contenido de agua	%	14.4	16.2	18.1	19.7	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.615	1.664	1.675	1.631	

Densidad Máxima Seca:	1.678	gr/cm ³	Contenido Humedad Óptima:	17.7	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: EMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

Anexo 18: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 3% cloruro de sodio



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 990703014 / 921265894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

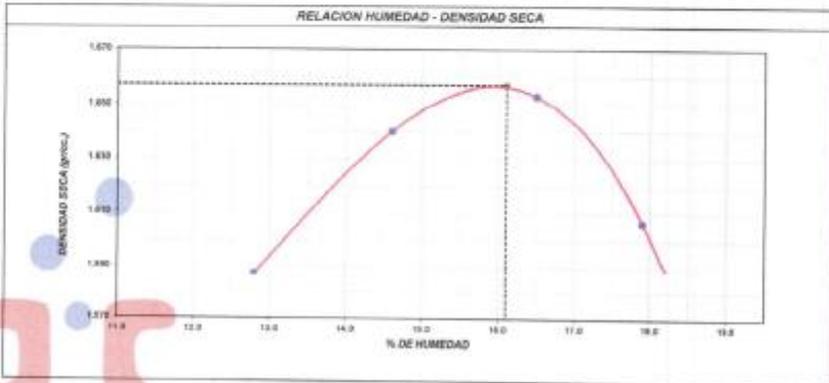
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante A1, Los Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALCATA	: C-2		Fecha de ensayo: 13/05/2022
MUESTRA	: Suelo + .75 de criba de 20#		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	8513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,302	10,490	10,588	10,521	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,789	3,977	4,075	4,008	
Peso Volumétrico Humedo	gr/cm ³	1,791	1,879	1,926	1,894	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	503.8	498.3	546.1	576.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	446.9	434.8	466.9	480.2	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	57.2	63.5	77.3	97.6	
Peso del suelo seco	gr.	447	435	469	480	
Contenido de agua	%	12.8	14.6	16.5	17.9	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.567	1.640	1.605	1.607	

Densidad Máxima Seca:	1.657	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	16.1	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210900 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	---

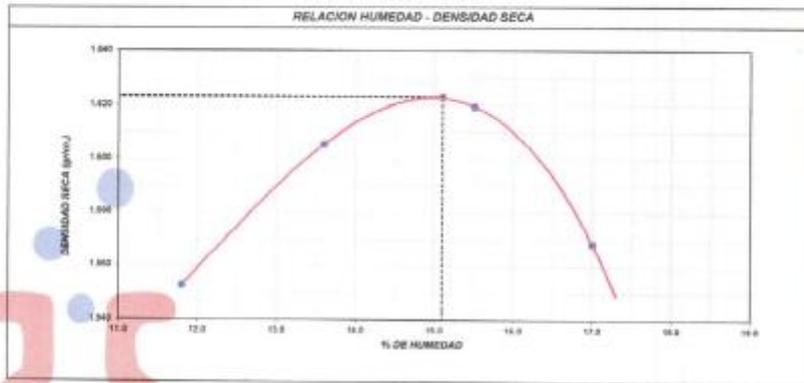
Anexo 19: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 2% cal



Tel: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 921285894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Av. Universitaria ctra. 59, Vilasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		Código	FDR-LAB-MS-011		
			Revisión	3		
			Aprobado	CC-JJG		
			Fecha	31/01/2022		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115						
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jose de La Cruz de La Cruz PROYECTO : Aplicación de cal y cloreto de sodio para estabilizar la subbase Av. Las Fincas, Puente Piedra, Lima 2022 UBICACIÓN : Puente Piedra, Lima CALICATA : C-2 Fecha de ensayo: 2005/2022 MUESTRA : Suelo + 2% de cal PROFUNDIDAD : 1.40 m						
			Volumen Molde	2116	cm ³	
			Peso Molde	8513	gr	
NUMERO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10.186	10.373	10.471	10.398	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.673	3.809	3.958	3.883	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	1.738	1.824	1.871	1.835	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	531.5	539.6	612.3	582.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	475.4	510.2	530.1	497.8	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	56.1	69.4	82.2	84.6	
Peso del suelo seco	gr.	475	510	530	498	
Contenido de agua	%	11.8	13.8	15.6	17.0	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.553	1.805	1.819	1.568	
Densidad Máxima Seca:		1.822 gr/cm ³		Contenido Humedad Optima:		16.1 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 20: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 4% cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921265894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Al. Universitaria cdra. 29, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

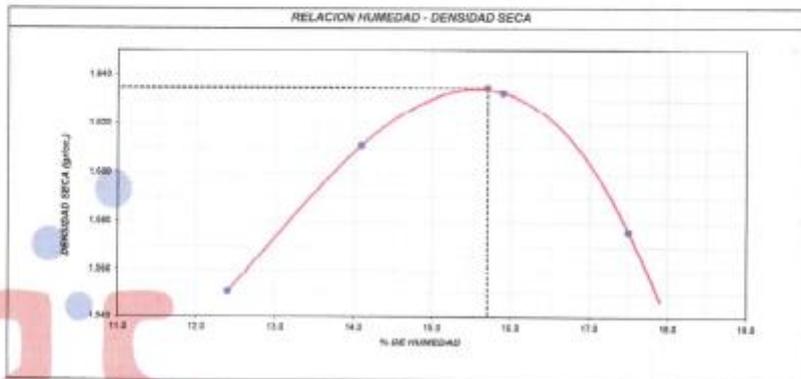
www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1587 / MTC E - 116			
REFERENCIA	Cable de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jovse de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar le subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima.		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo:	20/05/2022
MUESTRA	Suelo + 4% de cal		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

Volumen Molde	2110	cm ³
Peso Molde	8513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,201	10,403	10,518	10,432	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,088	3,690	4,005	3,919	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	1.743	1.838	1.893	1.852	
Recipiente Número		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	868.3	912.5	881.2	883.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	585.7	538.8	587.7	581.4	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	72.6	75.7	93.5	101.7	
Peso del suelo seco	gr.	566	537	568	581	
Contenido de agua	%	12.4	14.1	15.9	17.5	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.551	1.611	1.633	1.576	

Densidad Máxima Seca:	1.635	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	16.7	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 V.B. Laboratorio de Materiales	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210806	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 21: Informe de ensayo – Compactación Proctor Modificado C2 Muestra 6% cal



Tel.: (01) 832-9183
 Cel.: 980700014 / 921285894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 99, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

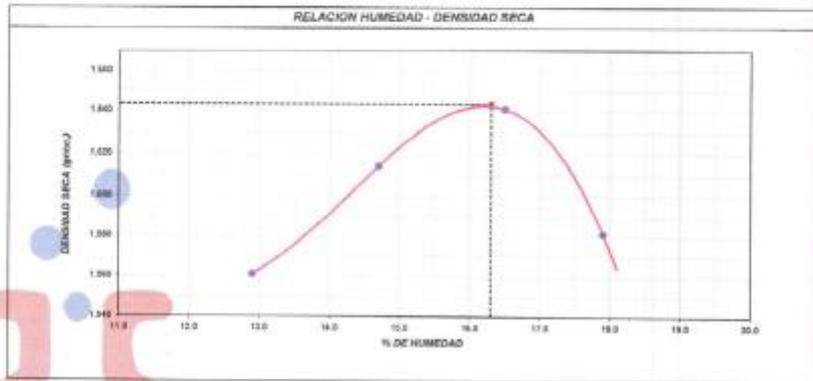
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 116			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jossie de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y control de suelo para edificar la subbase en Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima.		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo:	20/05/2022
MUESTRA	: Suelo + 6% de cal		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

Volumen Molde	2118	cm ³
Peso Molde	6913	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,242	10,451	10,558	10,458	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,729	3,918	4,045	3,945	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	1,762	1,852	1,912	1,864	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	647.3	638.1	645.3	588.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	573.3	566.3	553.9	507.5	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	73.9	81.8	91.4	90.9	
Peso del suelo seco	gr.	575	556	554	506	
Contenido de agua	%	12.9	14.7	16.5	17.9	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.581	1.614	1.641	1.581	

Densidad Mixta Seca:	1.642	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	16.2	%
----------------------	-------	----------------------	---------------------------	------	---



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 22: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra patrón



Tel: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921265894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Av. Universitaria odra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-M5-016
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Delos de Arbovitiro		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cimento de suelo para estabilizar la subrasante Av. Las Frases, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACION	Puente Piedra, Lima		
CALICATA	C-2	Fecha de ensayo :	16/03/2022
MUESTRA	Patrón (limo arenoso)		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	10			11			12						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO			
Peso suelo + molde (gr.)	12,285		12,223		12,040								
Peso molde (gr.)	8,556		8,697		8,610								
Peso suelo compactado (gr.)	3,729		3,716		3,530								
Volumen del molde (cm ³)	2,135		2,135		2,140								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,746		1,741		1,650								
Humedad (%)	14,3		14,3		14,4								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,602		1,623		1,442								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tarrazuelo húmedo (gr.)	754,3		802,9		828,3								
Tarrazuelo seco (gr.)	880,5		905,9		945,7								
Peso de agua (gr.)	93,6		88,7		76,8								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	880,5		905,9		945,7								
Humedad (%)	14,3		14,3		14,4								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tempo	Diámetro	Expansión		Diámetro	Expansión		Diámetro	Expansión			
		hr	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%		
13-May	09:20:00	24	10	0,36	0,33	19	0,45	0,41	27	0,89	0,59		
14-May	09:20:00	48	20	0,88	0,87	35	0,89	0,76	40	1,14	0,98		
15-May	09:20:00	72	35	0,64	0,72	45	1,09	0,94	50	1,36	1,08		
16-May	09:20:00	96	45	1,00	0,94	55	1,42	1,22	74	1,66	1,61		
PENETRACION													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde Nº 10				Molde Nº 11				Molde Nº 12			
		Carga	Dimensión		CBR %	Carga	Dimensión		CBR %	Carga	Dimensión		CBR %
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		27	1,4			21	1,0			12	0,6		
0,050		77	3,9			58	2,9			35	1,8		
0,075		183	8,5			122	6,2			75	3,7		
0,100	76,367	271	13,7	54,4	26,5	203	10,3	11,0	45,6	122	6,2	6,6	8,3
0,150		443	20,8			302	14,8			199	10,1		
0,200	100,493	585	28,7	23,0	26,6	424	21,0	21,0	19,9	354	17,9	13,6	11,0
0,300		731	37,1			548	27,9			329	16,7		
0,400		779	36,3			560	28,4			340	17,7		
0,500		773	36,3			560	28,4			348	17,7		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210905	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 23: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 1% cloruro de sodio



Tel: (01) 632-0183
 Cel.: 99070014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 All. Universitaria cdra. 59, Vilasol - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1583 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zarabano, Jose de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo	16/05/2022
MUESTRA	Suelo + 1% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	13	14	15	16	17	18
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	56	25	25	25	25	25
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,739	12,345	12,345	11,813	11,813	11,813
Peso molde (gr.)	8,607	8,448	8,448	8,129	8,129	8,129
Peso suelo compactado (gr.)	4,129	3,895	3,895	3,684	3,684	3,684
Volumen del molde (cm ³)	3,137	3,128	3,128	3,141	3,141	3,141
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,302	1,233	1,233	1,171	1,171	1,171
Humedad (%)	18.4	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,032	1,014	1,014	0,952	0,952	0,952

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	882.1	713.5	713.5	788.4	788.4	788.4
Tara+suelo seco (gr.)	578.1	601.8	601.8	648.4	648.4	648.4
Peso de agua (gr.)	304.0	111.7	111.7	140.0	140.0	140.0
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	378.1	601.8	601.8	648.4	648.4	648.4
Humedad (%)	18.4	18.6	18.6	18.5	18.5	18.5

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13-May	09:30:00	24	19	0.48	0.30	23	0.58	0.60	29	0.74	0.83
14-May	09:20:00	48	31	0.79	0.88	36	0.87	0.83	48	1.22	1.08
15-May	09:20:00	72	38	0.97	0.83	45	1.14	0.96	50	1.42	1.22
16-May	09:20:00	96	48	1.17	1.00	59	1.50	1.20	78	1.98	1.70

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde Nº 13				Molde Nº 14				Molde Nº 15			
		Carga	Corrosión		Carga	Corrosión		Carga	Corrosión				
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		33	2.7			40	2.0			24	1.2		
0.050		156	7.9			116	5.0			70	3.6		
0.075		272	13.8			204	10.4			122	6.3		
0.100	70.317	399	20.3	19.0	27.8	299	15.2	14.8	19.9	150	9.1	8.7	12.4
0.150		537	27.3			403	20.9			242	12.3		
0.200	105.440	640	33.0	32.8	33.6	487	24.7	24.5	29.2	260	13.0	14.9	19.8
0.300		829	41.8			617	31.3			370	18.6		
0.400		954	48.5			710	36.4			430	21.6		
0.500		1077	54.7			838	41.0			485	24.6		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: V.B. Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 210906 Ingeniero de Control y Pagamentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1583 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jose de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Pintas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALICATA	C-2	Fecha de ensayo : 16/05/2022	
MUESTRA	Suelo + 1% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

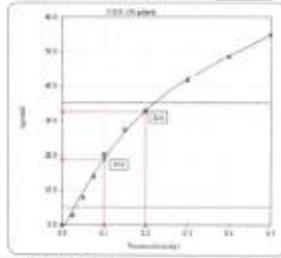
Datos de muestra

Muestra Densidad Seca
 Máxima Densidad Ósea al 95%

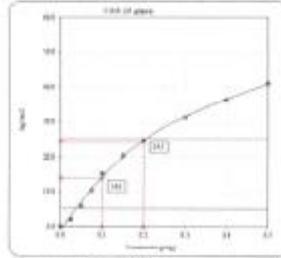
1.637 gr/cm³
 1.930 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad

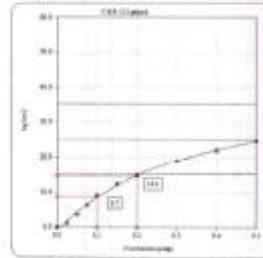
18.50 %



C.B.R. (0.17) 56 GOLPES : 27.0 %

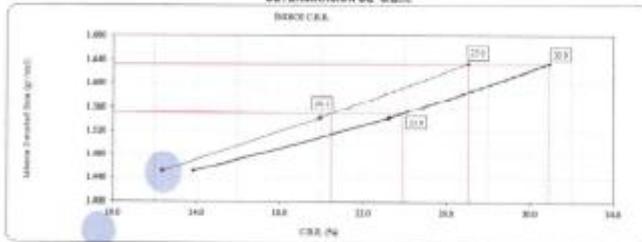


C.B.R. (0.17) 25 GOLPES : 19.9 %



C.B.R. (0.17) 12 GOLPES : 12.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 27.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 20.5 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 30.9 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 23.9 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

Anexo 24: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 2% cloruro de sodio



Tel.: (01) 632-9185
 Cel.: 980703014 / 921265894
 Av. A. Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Mil. Universitario urban. 03, Villaal - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FQR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JHG
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jefe de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase Av. Las Frías, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo :	16/05/2022
MUESTRA	Suelo + 2% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.00 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	16	17	18										
Número de capas	5	5	5										
Número de golpes	56	25	12										
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12,145	11,711	11,470										
Peso molde (gr.)	7,825	7,749	7,786										
Peso suelo compactado (gr.)	4,320	3,962	3,710										
Volumen del molde (cm ³)	2,148	2,131	2,130										
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,965	1,859	1,750										
Humedad (%)	17.9	17.6	17.6										
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,672	1,591	1,468										
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	692.1	583.4	941.8										
Tara+suelo seco (gr.)	589.9	504.8	549.7										
Peso de agua (gr.)	102.1	78.5	392.1										
Peso de arena (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	589.9	504.8	549.7										
Humedad (%)	17.5	17.5	17.6										
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tempo	H ₁	Expansión		D ₁		Expansión		D ₂			
		H ₂	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%			
13-May	08:30:00	24	21	0.53	0.46	29	0.84	0.55	32	0.81	0.70		
14-May	08:30:00	48	35	0.84	0.72	43	1.09	0.94	81	1.50	1.11		
15-May	08:30:00	72	43	1.06	0.94	49	1.24	1.07	90	1.52	1.31		
16-May	08:30:00	96	42	1.24	1.07	63	1.60	1.36	65	2.11	1.81		
PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 31				Molde N° 17				Molde N° 18			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección		
0.025		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.050		89	3.5			62	2.8			31	1.8		
0.075		94	4.8			71	3.8			42	2.2		
0.100		118	9.0			93	4.5			63	2.7		
0.100	76.167	140	7.1	7.9	16.6	106	5.3	5.3	7.4	63	3.2	3.2	4.8
0.150		183	9.3			127	7.0			62	4.2		
0.200	102.680	225	11.6	12.6	11.4	171	8.7	8.8	8.8	102	6.2	5.5	5.2
0.300		325	16.6			246	12.5			148	7.5		
0.400		434	22.1			328	16.5			195	8.8		
0.600		640	27.4			405	20.8			243	12.3		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/9/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1587 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Héctor Luis Alberto Herrera Zentirano, Josué de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cur y curado de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Pintas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo :	19/05/2022
MUESTRA	: Suelo + 2% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

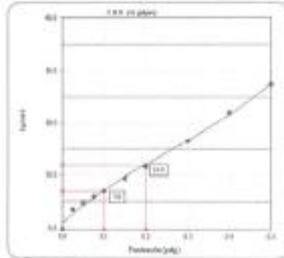
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca
Máxima Densidad Seca al 95%

1.672 gr/cm³
1.582 gr/cm³

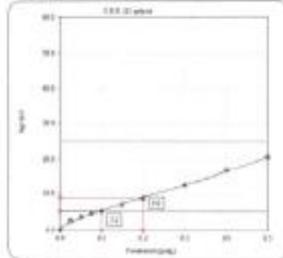
Óptimo Contenido de Humedad

17.70 %



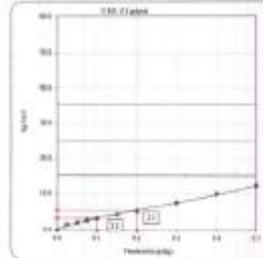
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES:

10.8 %



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

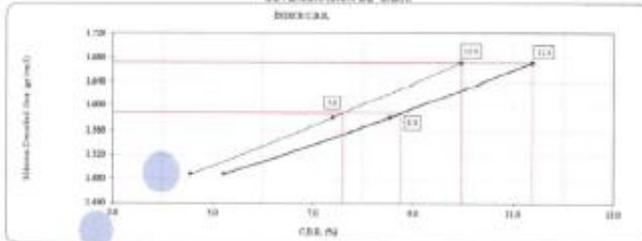
7.4 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES:

4.8 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 10.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 7.6 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 11.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 8.8 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 25: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 3% cloruro de sodio



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 986703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villarueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villaaci - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FDR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJD
		Fecha	30/1/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Dentro de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zembrano, Jefe de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase Av. Las Pintas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo :	15/05/2022
MUESTRA	Suelo + 3% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Modo N°	19		20		21								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	55		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + molde (gr.)	11,081		11,274		11,361								
Peso molde (gr.)	7,752		7,874		7,734								
Peso suelo compactado (gr.)	4,159		3,600		3,627								
Volumen del molde (cm ³)	2,130		2,140		2,115								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,929		1,682		1,717								
Humedad (%)	16.2		16.3		16.3								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,660		1,467		1,476								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara + molde húmedo (gr.)	503.7		524.1		562.4								
Tara + molde seco (gr.)	510.9		536.8		566.8								
Peso de agua (gr.)	82.5		87.6		95.6								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	510.5		536.6		566.6								
Humedad (%)	16.2		16.3		16.3								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Día	Expansión		Día	Expansión		Día	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
13-May	08:20:00	24	24	0.01	0.52	28	0.71	0.81	35	0.89	0.77		
14-May	08:20:00	48	36	0.91	0.79	48	1.22	1.05	56	1.42	1.28		
16-May	08:01:00	72	48	1.22	1.05	56	1.42	1.22	64	1.63	1.41		
19-May	08:27:00	96	54	1.37	1.16	63	1.75	1.51	68	2.24	1.99		
PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 19				Módulo N° 20				Módulo N° 21			
		Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección				
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		9	0.4			6	0.3			4	0.2		
0.050		18	0.8			13	0.7			8	0.4		
0.075		27	1.4			20	1.0			12	0.6		
0.100	79.367	36	2.0	4.8	6.8	27	1.5	3.5	5.0	15	1.0	2.1	3.0
0.150		54	3.0			40	2.0			20	1.5		
0.200	165.460	72	4.0	8.8	6.4	54	3.0	6.8	6.3	27	2.0	5.9	5.7
0.300		108	6.0			81	4.5			40	3.0		
0.400		144	8.0			108	6.0			54	4.0		
0.500		180	10.0			144	8.0			72	5.0		

OBSERVACIONES.

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

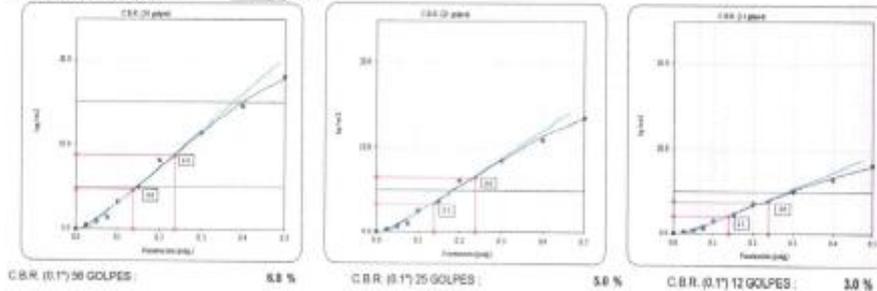
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	POR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1583 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jose de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Frezas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALIGATA	C-2	Fecha de ensayo:	15/09/2022
MUESTRA	Suelo + 3% de cloruro de sodio		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

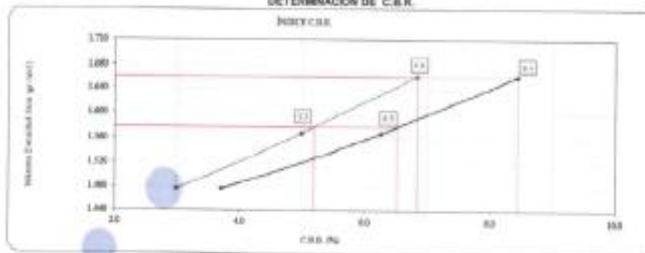
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.685 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.577 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad 16.10 %



DETERMINACIÓN DE C.B.R.



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES VºBº	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUJAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 26: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 2% cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 990703014 / 921285864
 Av. A, Mz. 48, L. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitario cdta. 58, Villavieja - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	PCR-LAB-005-015
		Revisión	3
		Aprobado	GC-JUG
		Fecha	30/1/2022

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D1586 / MITC 2 - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo :	24/05/2022
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Riveros Zambrano, Jefe de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase en Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALCULOS	: C-2		
MUESTRA	: Suelo + 2% de cal		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Muestra N°	10	17	18			
Módulo de resaca	5	5	5			
Número de golpes	50	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco + molde (g.)	11.828		11.524		11.285	
Peso molde (g.)	7.835		7.748		7.780	
Peso suelo compactado (g.)	4.011		3.775		3.525	
Volumen del molde (cm ³)	3.194		3.191		3.190	
Densidad húmeda (g./cm ³)	1.267		1.171		1.094	
Humedad (%)	14.0		15.3		15.1	
Densidad seca (g./cm ³)	1.025		1.048		0.948	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarso seco húmedo (g.)	571.3		485.2		540.8	
Tarso seco seco (g.)	453.7		453.2		473.1	
Peso de agua (g.)	117.6		32.0		67.7	
Peso de tarso (g.)						
Peso de suelo seco (g.)	433.7		421.2		473.1	
Humedad (%)	14.0		15.3		15.1	

Fecha	Hora	Tiempo	Diel	Expansión		Diel	Expansión		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-May	16:30:00	24	16	0.41	0.30	20	0.21	0.44	27	0.48	0.48
22-May	16:30:00	48	35	0.71	0.81	35	0.80	0.77	48	1.17	1.00
23-May	16:30:00	72	35	0.86	0.76	42	1.87	0.62	53	1.35	1.18
24-May	16:30:00	96	42	1.00	0.34	55	1.40	1.20	75	1.65	1.48

Penetración	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 10				Módulo N° 17				Módulo N° 18			
		Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección				
			kg./cm ²	CBR %		kg./cm ²	CBR %		kg./cm ²	CBR %			
0.002		70	0.0			52	2.1			28	1.4		
0.005		158	0.5			118	6.0			63	3.2		
0.010		252	1.4			211	15.7			115	5.7		
0.138	76.587	407	20.7	28.0	28.4	305	15.5	18.8	21.5	182	8.3	8.9	11.4
0.149		572	28.1			429	21.5			226	11.4		
0.226	105.480	667	34.0	33.6	33.8	515	26.2	24.0	24.7	276	14.4	13.3	13.8
0.305		801	40.7			671	33.5			321	16.3		
0.400		914	45.4			808	34.0			388	18.8		
0.500		1017	51.7			953	38.7			457	20.7		

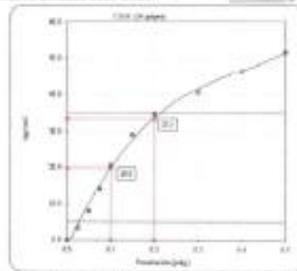
OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210905 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-RES-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/12/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Nector Luis Alberto Herrera Zambiano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cianuro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	Puente Piedra, Lima		
CALICATA	C-2	Fecha de ensayo :	24/05/2022
MUESTRA	Suelo + 2% de cal		
PROFUNDIDAD	1,40 m		

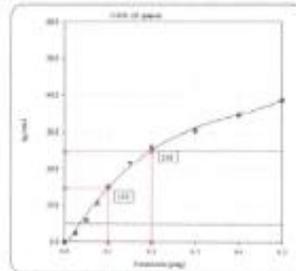
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: 1,825 g/cm³
 Máxima Densidad Dese: al 95%: 1,544 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad: 15,10 %



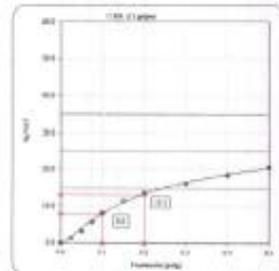
C.B.R. (0.1) 56 GOLPES:

28.4 %



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

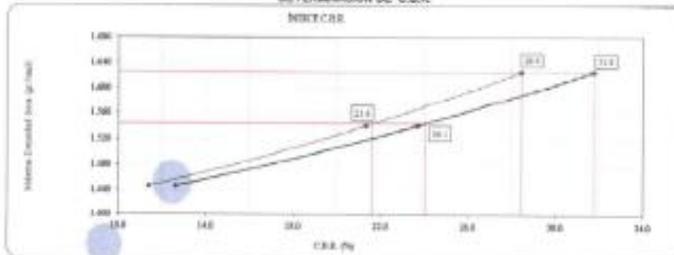
21.3 %



C.B.R. (0.1) 12 GOLPES:

11.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1: 28.4 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1: 21.8 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2: 31.8 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2: 24.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

Anexo 27: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 4% cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921295894
 Av. A, N.º 48, L. 17, Asoc. Armando Villanueva
 A.E. Universitaria-cdra. 59, Vilcas - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJB
		Fecha	30/1/2022

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Hector Luis Alberto Herrera Zumbano, José de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subbase An. Las Pallas, Puerto Piedra, Lima 2022		
UBICACION	Puerto Piedra, Lima		
CALCATA	C-2	Fecha de ensayo :	24/05/2022
MUESTRA	SUELO + 4% DE CAL		
PROFUNDIDAD	1.40 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde Nº	19		20		21		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	58		25		17		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	11,295		11,520		11,295		
Peso molde (gr.)	7,734		7,674		7,734		
Peso suelo compactado (gr.)	4,033		3,862		3,561		
Volumen del molde (cm ³)	2,136		2,149		2,113		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,884		1,800		1,685		
Humedad (%)	15,6		15,7		15,6		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,624		1,558		1,458		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tara+suelo húmedo (gr.)	817,8		845,1		899,4		
Tara+suelo seco (gr.)	530,1		557,7		618,5		
Peso de agua (gr.)	287,7		287,4		280,9		
Peso de tara (gr.)							
Peso de suelo seco (gr.)	250,1		267,7		210,5		
Humedad (%)	15,6		15,7		15,6		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo (h)	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-May	09:30:00	24	13	0,33	0,28	16	0,41	0,35	23	0,58	0,51
22-May	08:30:00	48	24	0,61	0,52	31	0,79	0,68	41	1,04	0,90
23-May	08:30:00	72	31	0,79	0,68	38	0,97	0,83	48	1,22	1,06
24-May	09:30:00	90	40	1,03	0,87	46	1,24	1,07	72	1,83	1,58

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde Nº 19				Molde Nº 20				Molde Nº 21			
		Carga		Conversion		Carga		Conversion		Carga		Conversion	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		73	3,7			56	2,8			29	1,5		
0,050		140	7,1			105	5,3			58	2,9		
0,075		285	14,6			190	10,1			100	5,4		
0,100	73,267	374	19,0	18,0	29,6	280	14,2	13,3	18,8	150	7,6	7,4	16,4
0,150		522	26,8			391	19,8			209	10,6		
0,200	106,480	631	32,0	32,0	36,3	473	24,0	24,1	22,9	252	12,6	12,8	12,1
0,300		817	41,6			612	31,1			327	16,6		
0,400		940	47,8			705	35,8			376	18,7		
0,500		1029	51,9			766	38,9			408	20,7		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

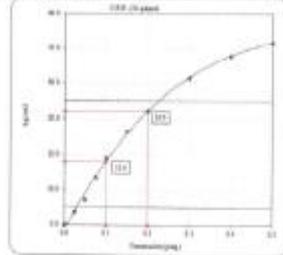
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1585 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jose de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y alvoro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Flores, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALIGATA	: C-2	Fecha de ensayo :	24/09/2022
MUESTRA	: Suelo + 4% de cal		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

Datos de muestra

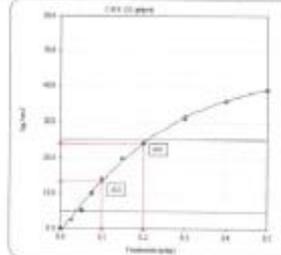
Máxima Densidad Seca : 1.632 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 90% : 1.556 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad : 15.70 %



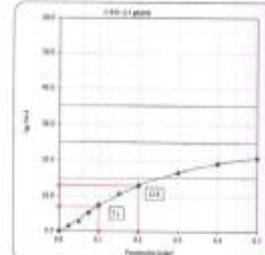
C.B.R. (0.1) 56 GOLPES

25.6 %



C.B.R. (0.1) 25 GOLPES

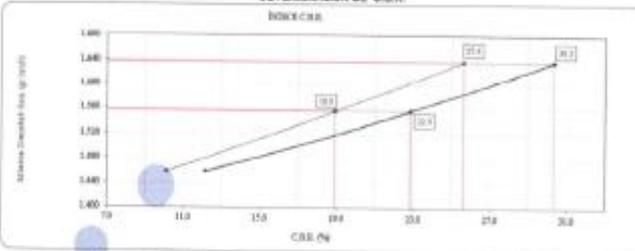
18.3 %



C.B.R. (0.1) 12 GOLPES

18.1 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 25.6 %
C.B.R. (25% M.D.S.) 0.1" : 18.3 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 30.3 %
C.B.R. (25% M.D.S.) 0.2" : 22.9 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 V.B. Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 28: Informe de ensayo – CBR C2 Muestra 6% cal



Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villarreal
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villacril - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Josue de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y cimento de sodo para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALIGATA	: C-2	Fecha de ensayo :	24/05/2022
MUESTRA	: Suelo + 6% de cal		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Muestra N°	22	23	24	25	26	27
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	55	35	35	35	35	35
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,228	11,289	11,289	11,289	10,831	10,831
Peso molde (gr.)	7,242	7,207	7,207	7,207	7,052	7,052
Peso suelo compactado (gr.)	3,986	3,682	3,682	3,682	3,579	3,579
Volumen del molde (cm³)	3,087	3,122	3,122	3,122	3,089	3,089
Densidad húmeda (gr./cm³)	1,910	1,629	1,629	1,629	1,708	1,708
Humedad (%)	18.1	16.2	16.2	16.2	16.3	16.3
Densidad Seca (gr./cm³)	1,649	1,574	1,574	1,574	1,486	1,486

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	311.8	332.5	332.5	332.5	371.8	371.8
Tara+suelo seco (gr.)	440.7	458.3	458.3	458.3	491.7	491.7
Peso de agua (gr.)	70.9	74.2	74.2	74.2	80.1	80.1
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	440.7	458.3	458.3	458.3	491.7	491.7
Humedad (%)	18.1	16.2	16.2	16.2	16.3	16.3

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-May	08:30:00	24	11	0.28	0.24	15	0.38	0.33	22	0.58	0.49
22-May	08:30:00	48	22	0.58	0.49	30	0.78	0.68	38	0.97	0.84
23-May	08:30:00	72	28	0.71	0.62	36	0.91	0.79	43	1.08	0.93
24-May	08:30:00	96	36	0.91	0.80	45	1.14	0.99	58	1.73	1.50

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Módulo N° 22				Módulo N° 23				Módulo N° 24			
		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		82	4.2			91	3.1			33	1.7		
0.050		126	6.4			94	4.8			50	2.5		
0.075		228	10.6			158	7.6			85	4.2		
0.100	76,307	287	14.6	14.6	28.8	215	10.9	10.8	15.4	115	5.8	5.8	8.2
0.150		415	21.1			311	15.8			188	8.4		
0.200	105,886	529	28.9	28.2	24.8	397	20.2	18.5	18.5	212	10.8	10.3	9.8
0.300		888	34.9			610	30.2			270	14.0		
0.400		821	41.7			610	31.2			328	16.7		
0.500		909	48.2			682	34.8			364	18.5		

OBSERVACIONES:

- * Muestra prevista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210908 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1583 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Hector Luis Alberto Herrera Zambrano, Jose de La Cruz de La Cruz		
PROYECTO	: Aplicación de cal y cizuro de sodo para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Puente Piedra, Lima		
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo :	24/05/2022
MUESTRA	: Suelo + 0% de cal		
PROFUNDIDAD	: 1.40 m		

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca

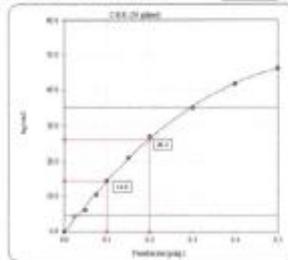
1.645 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad

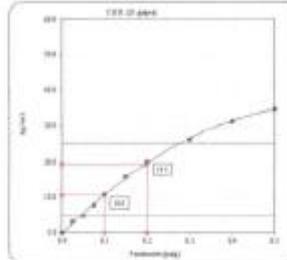
18.30 %

Máxima Densidad Seca al 95%

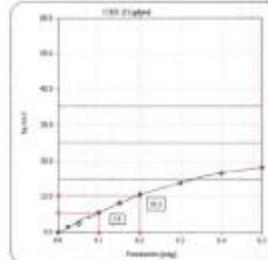
1.583 gr./cm³



C.B.R. (0.1' 56 GOLPES) : 26.8 %

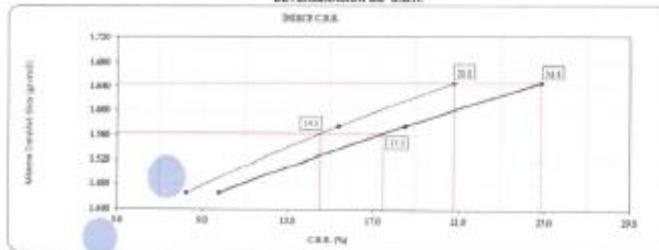


C.B.R. (0.1' 25 GOLPES) : 15.4 %



C.B.R. (0.1' 12 GOLPES) : 9.2 %

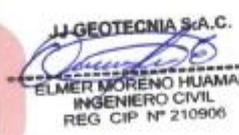
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 26.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 14.5 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 26.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 17.5 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 29: Certificado de calibración TC – 04964 - 2022



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 04964 - 2022

Proforma : 9669A Fecha de emisión : 2022-03-30

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : No indica
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : NO INDICA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : No indica
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-03-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 04964 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,2 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000,0	15 000	0,5	0,0	1	30 000,0	30 000	0,5	0,0
2		15 000	0,4	0,1	2		30 000	0,5	0,0
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,7	-0,2
4		15 000	0,4	0,1	4		30 000	0,7	-0,2
5		15 000	0,4	0,1	5		30 000	0,5	0,0
6		15 000	0,5	0,0	6		30 000	0,5	0,0
7		15 000	0,4	0,1	7		30 000	0,7	-0,2
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,7	-0,2
9		15 000	0,5	0,0	9		30 000	0,5	0,0
10		15 000	0,4	0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin (g)				0,1	Emáx - Emin (g)				0,2
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0



Anexo 30: Certificado de calibración TC – 06637 - 2022



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-06637-2022

PROFORMA : 10360

Fecha de emisión : 2022 - 05 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca : NO INDICA
Modelo : 315-X6
N° Serie : HIW-0198
Intervalo de indicación : 500 Kg
Resolución : 0,01 Kg
Procedencia : CHINA
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 04 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 * Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga*.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,1°C	17,3°C
HUMEDAD RELATIVA	52,0%	51,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3 MN 5000 kN	12821C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kgf)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kgf)	Error (kgf)	Incertidumbre (kgf)
500,1	500,0	0,1	0,1
1000,3	1000,0	0,3	0,1
1500,3	1500,0	0,3	0,1
2000,5	2000,0	0,5	0,1
2500,8	2500,0	0,8	0,1
3000,9	3000,0	0,9	0,1
3501,1	3500,0	1,1	0,1
4001,2	4000,0	1,2	0,1
4501,5	4500,0	1,5	0,1
5001,7	5000,0	1,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 31: Certificado de calibración TC – 06639 - 2022



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 06639 - 2022

Proforma : 10360A Fecha de emisión : 2022-05-03

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : DENVER
Modelo : AA-250
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 250 g
Resolución : 0,0001 g
División de Verificación : 0,001 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 0,1 g
Procedencia : NO INDICA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 4 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 06639 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-172-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

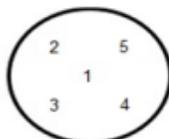
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	74 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	125,0000	124,9979	-	-2,1	1	250,0000	249,9944	-	-5,6
2		124,9980	-	-2,0	2		249,9945	-	-5,5
3		124,9984	-	-1,6	3		249,9949	-	-5,1
4		124,9979	-	-2,1	4		249,9947	-	-5,3
5		124,9980	-	-2,0	5		249,9944	-	-5,6
6		124,9978	-	-2,2	6		249,9945	-	-5,5
7		124,9978	-	-2,2	7		249,9941	-	-5,9
8		124,9980	-	-2,0	8		249,9959	-	-4,1
9		124,9978	-	-2,2	9		249,9945	-	-5,5
10		124,9980	-	-2,0	10		249,9947	-	-5,3
Emáx - Emin (mg)				0,6	Emáx - Emin (mg)				1,8
error máximo permitido ($\pm mg$)				2,0	error máximo permitido ($\pm mg$)				3,0



Certificado de Calibración
TC - 06639 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,5 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,0100	0,0098	-	-0,2	80,0000	79,9996	-	-0,4	-0,2	2,0
2		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
3		0,0099	-	-0,1		79,9995	-	-0,5	-0,4	
4		0,0097	-	-0,3		79,9995	-	-0,5	-0,2	
5		0,0097	-	-0,3		79,9997	-	-0,3	0,0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,7 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-	-0,1						
0,1000	0,1005	-	0,5	0,6	0,1005	-	0,5	0,6	1,0
10,0000	10,0001	-	0,1	0,2	10,0001	-	0,1	0,2	1,0
20,0000	19,9991	-	-0,9	-0,8	19,9992	-	-0,8	-0,7	1,0
50,0000	50,0000	-	0,0	0,1	50,0001	-	0,1	0,2	1,0
70,0000	69,9995	-	-0,5	-0,4	69,9995	-	-0,5	-0,4	2,0
90,0000	89,9996	-	-0,4	-0,3	89,9989	-	-1,1	-1,0	2,0
100,0001	99,9989	-	-1,2	-1,1	99,9991	-	-1,0	-0,9	2,0
150,0001	149,9988	-	-1,3	-1,2	149,9978	-	-2,3	-2,2	2,0
200,0002	199,9960	-	-4,2	-4,1	199,9950	-	-5,2	-5,1	2,0
250,0002	249,9950	-	-5,2	-5,1	249,9950	-	-5,2	-5,1	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R + 1,13 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{3,21 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 1,35 \times 10^{-10} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 249,9082 g para una carga de valor nominal 250 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Anexo 32: Panel fotográfico



Obtención de las muestras



Tamizado



Copa de Casagrande

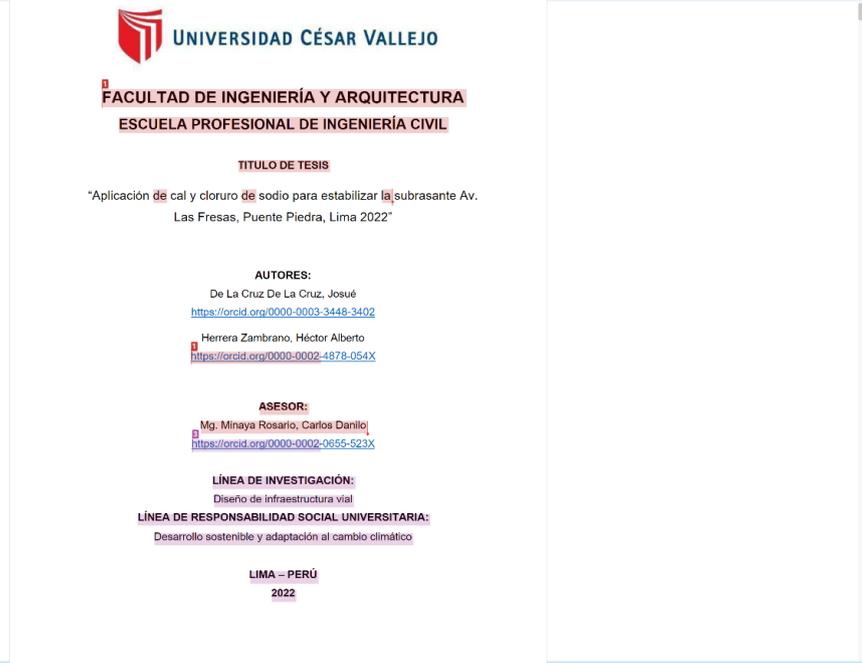


Adición del aditivo a la muestra



Ensayo de Proctor

Anexo 33: Turnitin



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DE TESIS

"Aplicación de cal y cloruro de sodio para estabilizar la subrasante Av. Las Fresas, Puente Piedra, Lima 2022"

AUTORES:
De La Cruz De La Cruz, Josué
<https://orcid.org/0000-0003-3448-3402>
Herrera Zambrano, Héctor Alberto
<https://orcid.org/0000-0002-4878-054X>

ASESOR:
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo
<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de infraestructura vital

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ
2022



Resumen de coincidencias

18 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	11 %
2	hdl.handle.net	3 %
3	Entregado a Universidad...	2 %
4	María Elena Blandón D...	<1 %
5	repositorio.uns.edu.pe	<1 %
6	Entregado a Universidad...	<1 %
7	repositorio.upse.edu.ec	<1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %
9	Entregado a Universidad...	<1 %
10	Entregado a Universidad...	<1 %
11	Entregado a Universidad...	<1 %
12	dokumen.pub	<1 %
13	repositorio.uap.edu.pe	<1 %

Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado