



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización
de la subrasante en la avenida los profesionales, ventanilla 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Bonifaz Moreno, Juan Antonio (orcid.org/0000-0003-2626-2319)

Gamarra Sosa, Raul Erikson (orcid.org/0000-0002-9373-6791)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/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

El presente trabajo está dedicado al esfuerzo realizado por nuestros padres y familia, por brindarnos el apoyo durante el trayecto de la carrera.

Bonifaz Moreno Juan

El presente trabajo está dedicado al trabajo constante de nuestra familia y el cuidado de Dios por la salud brindada y a nuestros maestros por los conocimientos compartidos.

Gamarra Sosa Raul

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la bendición que mantuvo toda nuestra vida, al apoyo brindado por nuestros maestros para compartirnos sus experiencias y conocimientos.

Bonifaz Moreno Juan

El agradecimiento a Dios por la salud brindada, a nuestros padres por el apoyo incondicional, a nuestros maestros por ser guías en nuestra formación.

Gamarra Sosa Raul

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	24
3.1 Tipo y Diseño de investigación	24
3.2 Variables y operacionalización	24
3.3 Población, Muestra y Muestreo	25
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.	27
3.5 Procedimientos:	29
3.6 Método de análisis de datos:	30
3.7 Aspectos éticos:	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades del silicato de sodio	11
Tabla 2. Clase de suelo AASHTO	12
Tabla 3. Cantidad mínima de espécimen de material húmedo.....	19
Tabla 4. Especificaciones de las pruebas de Proctor modificado. Basadas en la prueba 1577 de la norma ASTM	21
Tabla 5. Subrasante según su clase	22
Tabla 6. Numero de ensayos	25
Tabla 7. Muestras a realizar	26
Tabla 8. Ensayos de laboratorio.....	28
Tabla 9. Clasificación de suelo C-01, C-02 y C-03.....	29
Tabla 10. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra patrón	36
Tabla 11. Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad.....	39
Tabla 12. Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad	41
Tabla 13. Resultados de CBR.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Se muestra la curva de flujo.....	13
Figura 2. Dispositivo de Límite líquido.....	14
Figura 3. Ranurador plano	15
Figura 4. Sección de suelo pre y post prueba	15
Figura 5. Se señala la utilización del dispositivo de límite líquido y el utensilio de ranurado	16
Figura 6. Se observa la prueba de límite plástico.....	17
Figura 7. Se observa las cantidades de Límite líquido y Límite plástico mediante la prueba de penetración de cono.....	18
Figura 8. Formula de la energía de compactación	20
Figura 9. Se observa los martillos utilizados para las pruebas de Proctor estándar y modificado. Extraído de ELE International	20
Figura 10. Se observa las herramientas necesarias para efectos de prueba de Proctor modificado	21
Figura 11. Ensayo de Proctor modificado, Equipo modificado	23
Figura 12. Mapa político del Perú.....	31
Figura 13. Mapa político dpto. de Lima	31
Figura 14. Mapa de la Prov. de callao.....	31
Figura 15. Mapa del distrito de Ventanilla	31
Figura 16. Localización de la Av. Los profesionales.....	32
Figura 17. Calicata - 1	32
Figura 18. Calicata - 2	32
Figura 19. Calicata – 3	33
Figura 20. Análisis Granulométrico por tamizado (C-1).....	33
Figura 21. Analisis Granulométrico por tamizado (C-2).....	34
Figura 22. Análisis Granulométrico por tamizado (C-3).....	35
Figura 23. Gráfico del límite de consistencia de la muestra natural	36

Figura 24. Grafico del Optimo Contenido de Humedad patrón.....	37
Figura 25. Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra patrón	37
Figura 26. Gráfico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra patrón	38
Figura 27. Ensayo de optimo contenido de humedad	39
Figura 28. Ensayo índice de plasticidad.....	39
Figura 29. Plasticidad, con 6%, 6.5% y 7% (silicato de sodio) y 2%, 4% y 6% (cemento)	40
Figura 30. Adición del 7% de silicato de sodio	40
Figura 31. Ensayo de Proctor modificado	40
Figura 32. Máxima densidad seca y Optimo contenido de humedad	41
Figura 33. Moldes de CBR con adición del 6% de cemento.	42
Figura 34. Ensayo de CBR con la suma de silicato de sodio y cemento.....	42
Figura 35. CBR suelo patrón más el 6%, 6.5% y 7% silicato de sodio y 2%, 4% y 6% de cemento	463
Figura 36. CBRP con 0.30 m de estabilización	46
Figura 37. CBRP con 0.40 m de estabilización	47

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia del silicato de sodio y el cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según la incorporación del silicato de sodio en 6%, 6.5% y 7% y cemento en 2%, 4% y 6% fueron: el primer objetivo específico fue determinar la influencia en el IP, el cual resultó que no presenta, el segundo objetivo específico fue determinar la influencia en la MDS que incrementó del 1.701 gr/cm³ al 1.751 gr/cm³ con el 6% de silicato de sodio y OCH el cual se incrementó del 14.1% al 14.9% con el 6% de silicato de sodio, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% con una penetración de 0.1", el cual aumentó del 35.20% a 68.10% con el 6% de silicato de sodio. Conclusión ambos agentes presentaron resultados favorables para la estabilización de la subrasante.

Palabras clave: Silicato de sodio, Cemento, Estabilización, Subrasante

Abstract

The present investigation had as general objective to analyze the influence of sodium silicate and cement for the stabilization of the subgrade in Los Profesionales avenue, Ventanilla 2022; establishing the granulometry, Atterberg limits, modified Proctor and CBR tests. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was applied, with a quantitative approach. Their results according to the incorporation of sodium silicate in 6%, 6.5% and 7% and cement in 2%, 4% and 6% were: the first specific objective was to determine the influence on the IP, which turned out not to present, The second specific objective was to determine the influence on the MDS, which increased from 1,701 gr/cm³ to 1,751 gr/cm³ with 6% sodium silicate and OCH, which increased from 14.1% to 14.9% with 6% sodium silicate. sodium, the third specific objective was to determine the improvement of the CBR to 95% with a penetration of 0.1", which increased from 35.20% to 68.10% with 6% sodium silicate. Conclusion both agents presented favorable results for the stabilization of the subgrade.

Keywords: Sodium silicate, Cement, Stabilization, Subgrade

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, para ser más preciso, en España las obras de construcción tienen complicaciones al ser hechos de materiales que poseen una gran cantidad de agua en el terreno y arcilla. Un posible reemplazo de estos materiales es mediante la utilización de cal. Este resultado se obtiene mediante la mezcla y la compactación del agua y la cal aérea (apagada o viva). Permitiendo que el terreno o suelo estén mejor acomodados, teniendo mejor plasticidad y una fina granulometría. Para aplicar la cal, se debe utilizar Oxido de calcio en un 90%, este porcentaje varía depende a la forma de la cal, se añade de un 2% a 5 % de cal viva o de un 4% a 7% de cal apagada encima del peso de un terreno seco. (Yepes, 2021)¹. La estabilización de suelos con una visión de refuerzo ecológico se presenta en contra de los desafíos a los que se ven enfrentados a la hora de realizar una estabilización de suelos para la construcción de una vía. Se cita el caso de los costos elevados o el de utilizar materiales de alta calidad en el caso de los granulares. Una tecnología que fue probada en diferentes proyectos en el mundo llegó a Brasil y con ella trajo un nivel nuevo en términos de la estabilización de los suelos. La novedad sería referente a pavimentar los caminos en menos tiempos y también con menos recursos. Con ellos se mejoraría la capacidad de carga del terreno se habla de una geocelda que actúa como moldeador del hormigón durante la ejecución del revestimiento, los costos elevados que presenta la construcción de caminos en cualquier tipo de suelo incluso en los proyectos que presentan mayores desafíos y con ello también poder ahorrar en costos y el tiempo. (Guimarães, 2022)². Con el objetivo de identificar el porcentaje óptimo para el uso en carreteras del silicato de sodio líquido con sedimentos los recibos heredables en Argentina perteneciente a la provincia de Córdoba, así una eficiencia en la estabilización físico y química del suelo. El silicato de sodio se presenta como una alternativa para realizar la estabilización en los suelos en la existencia como las sales de calcio en la matriz del suelo o también sean disueltas en el agua, pues originaria silicatos gelatinosos de calcio que serían insolubles, que al hidratarse generarían un agente de muy buena opción cementante. La estabilización propuesta lograría una disminución a la erodabilidad superficial, reducir el índice plástico, incrementar su resistencia al corte no drenado del suelo y así incrementar el valor soporte. Todo

esto se verificaría en la reducción de costos en la rehabilitación así también en el mantenimiento de las vías. las conclusiones fueron que el óptimo porcentaje de silicato sería de 10% del peso de la muestra. (Cruz y Schmädke,2018)³.

A nivel nacional, en Lima como una alternativa que sea ecológica y de esta manera realizar la estabilización de suelos se presentó la exposición de Julio Guardia gerente general de AGE Ecovías Perú, indicó que, en nuestro territorio, la estabilización de suelos para realizar la construcción de carreteras se gestiona frecuentemente con asfalto y concreto, y que su empresa propone que se utilice un elemento que sea más ecológico y también económico cómo los polímeros. Aclara que una vía construida con métodos tradicionales que tiene una resistencia de 40 toneladas necesitaba un cavado entre 60 y 90 centímetros, mientras en el caso de utilizar el polímero requeriría de un cavado promedio de unos 15 centímetros. con ello se reduciría los costos, tiempo y efectos en el medio ambiente del proyecto (Guardia, 2019)⁴. En Lima también se tuvo como objetivo estabilizar el suelo cohesivo adicionando cal y el cemento para mejorar la subrasante de la Av. Santa Rosa en la ciudad de Juliaca. Efectuó un estudio de tipo aplicada, nivel explicativo con diseño experimental. La población de estudio se conformó por la subrasante en la Av. Santa Rosa. Los instrumentos utilizados fueron la ficha técnica de recolección de datos. Los resultados de mayor relevancia que obtuvo fue que los óptimos porcentajes a utilizar de cal y cemento era de 1%, 2% y 3%. Concluyó que con las proporciones del 1%, 2% y 3% de cal y cemento presentaba mejoras en las propiedades del suelo, su CBR presento un aumento de 6.9 veces más del resultado patrón. (Hanco, 2021)⁵. En Piura la estabilización de suelos forma parte de una técnica usada en obras de ingeniería también de arquitectura con la finalidad de tener un suelo mejorado, un suelo que carece de características óptimas para una construcción, añadiendo diferentes estabilizadores para mejorar las propiedades mecánicas y físicas. Actualmente se utiliza diversos agentes estabilizadores como la cal o el cemento portland, de igual forma la estabilización de suelos también se podía realizar utilizando el silicato de sodio. (Chávez, 2021)⁶. En la actualidad en el distrito de ventanilla las obras de carreteras, se ven afectados por el tipo de suelo arenoso, el clima va debilitando tanto las propiedades mecánicas, así como las propiedades físicas del terreno. Los suelos como grava, arena, limos y arcillas cada uno tienen diferentes tipos de comportamiento ante la

carga de los vehículos y maquinaria pesadas, la arena sufre alteraciones de volumen ante su variedad de humedad ocasionando fallas y asentamientos, así también causando deformaciones en las estructuras de los afirmados. Los transportistas sufren por el inadecuado suelo que genera polvo, fallas de asentamiento, mayores tiempos de viaje y afectando el día a día de sus habitantes. Por eso es necesario mejorar el suelo arenoso con silicato de sodio para que nos ayude a reforzar sus propiedades físicas y químicas.

Es por ello que en la actual investigación se planteó el problema general de la siguiente forma ¿De qué manera influye el silicato de sodio y cemento en la estabilización de la subrasante en la avenida los Profesionales, Ventanilla 2022?, así mismo se plantearon los problemas específicos: ¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022?, ¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022? y ¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022?.

La presente investigación se justificó teóricamente con la cooperación de teorías de estabilizadores de terreno utilizando silicato de sodio para la mejora de propiedades físicas y mecánicas del terreno así obtener un incremento en la capacidad del suelo para que pueda soportar las cargas vehiculares, así mismo se justifica metodológicamente en el registro de información garantizados que ayudara en los registros y análisis requeridos en la investigación, además se justifica técnicamente al intentar hallar nueva forma de estabilizar un suelo que tiene suelo arenoso y que no presenta los mínimos estándares de resistencia o deformación, del mismo modo se justifica socialmente con la colaboración de este proyecto de investigación respecto de la incorporación de silicato de sodio para la estabilización de suelo, se lograra obtener resultados satisfactoriamente para el bienestar de la población y de la sociedad.

Así mismo en este proyecto de investigación se planteó el siguiente Objetivo general es analizar la influencia del silicato de sodio y el cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022, así mismo los Objetivos específicos son Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022, Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022 y Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

Por otro lado, en la Hipótesis general es el silicato de sodio y el cemento influye positivamente en la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022, así mismo las Hipótesis específicas son el silicato de sodio y el cemento influye en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022, el silicato de sodio y el cemento influye en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022 y también el silicato de sodio y el cemento influye en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Internacionalmente se contó con antecedentes como el de Álvarez y Rojas (2020) tuvieron como objetivo comparar las alternativas para utilizar la cal, silicato de sodio, aceite sulfonado y cemento como estabilizador en las vías terciarias que presenta arcilla en Orinoquia. la investigación fue de tipo cualitativo y comparativo, el material granular que se extrajo de la vía terciaria fue considerada como población para el estudio ubicada en el departamento de la Meta. Los principales resultados fueron luego de comparar el suelo estabilizado y el natural, se presentaron mejoras del suelo con cada agente estabilizante, los resultados más favorables fueron con la cal con un incremento en el CBR, con el silicato al 144.57% y con el cemento 176.09%. Por otro lado, se presentaron mejoras en los ensayos de Proctor modificado teniendo un mejor resultado con el silicato de sodio en la máxima densidad seca en un 12.58% y el cemento al 6.39% por último referente al esfuerzo máximo se obtuvo un incremento con cemento al 21.6% y silicato de sodio una disminución a 25.93%. se concluyó que la que mejores resultados de vista mecánica en el suelo fue la cal, enfocando los resultados en el silicato y el cemento fue el silicato de sodio el agente que presentó mejores resultados con un incremento en el CBR al 144.57% y con el cemento 176.09%. Por otro lado, se presentaron mejoras en los ensayos de Proctor modificado teniendo un mejor resultado con el silicato de sodio en la máxima densidad seca en un 12.58% y el cemento al 6.39% por último referente al esfuerzo máximo se obtuvo un incremento con cemento al 21.6% y silicato de sodio una disminución a 25.93%. el silicato de sodio se convirtió en el agente que produjo mejores resultados en con referencia a su mayor densidad seca con un incremento representativo del 12.58%.⁷

Según García (2019), sostuvo la finalidad de analizar el procedimiento físico - mecánico de la aleación del suelo con cemento. El estudio es de tipo cuantitativo y experimental. Los enseres empleados fueron de recolección de datos. El resultado para conocer el contenido de agua adecuado con una aleación de 4% de cemento obtiene un contenido de humedad de 16.5%. Se concluyó que el cemento llega a funcionar como aditivo estabilizante para suelos con un 8% de participación, así mismo concluyó que según las envoltentes la mejor respuesta resistente a la compresión se obtuvo con un porcentaje de 12% de cemento, por otro lado, con el 10% obtuvo una mejor respuesta de resistencia.⁸

Según Prasanna y Mandal (2021), tuvieron como objetivo gestionar Evaluar la resistencia luego de estabilizar el suelo con mezclas de nano sílice-cemento como carretera Material de construcción. En la búsqueda de reemplazar los cursos GSB convencionales en el uso de estabilizadores de suelo que sean disponibles localmente con el objetivo de gestionar la construcción de carreteras, se realizó esta investigación experimental con el tratamiento de Arenas limosas con Nano sílice coloidal en 3 grados de concentración diferentes. Cada extracto fue tratado con un 2%, 4% y 6% de cemento. Mediante experimentos que fueron realizados para el estudio del efecto de la nanosilice en las pruebas de compactación, CBR y UCS. Los resultados encontrados mostraron que con el cemento hubo un incremento del contenido con diferentes grados de suelo tratado con nanosilice jugó un papel indispensable en su mejoramiento mecánico. Los resultados obtenidos adecuados para suelos con NS-40 y cemento al 6%. Los valores de CBR mezclados mejoraron sustancialmente en 240.76%, 268.62% y 312.90% y los valores obtenidos de UCS a los 7 días se evidenció un aumento en un 20,98%, 43,93% y 80,19% al añadir cemento al 2%, 4% y 6% en el caso de Mezclas de suelo optimizadas.⁹

A nivel Nacional, Guerrero (2019) tuvo como objetivo determinar qué cantidad de cal a un 10%, 15% y 25% en un suelo cohesivo podría ser reemplazado en su capacidad portante. Aplicada fue la metodología empleada y diseño experimental. Los ensayos de laboratorio fue la población que se empleó, obteniendo los resultados el aumento en un 95% de CBR en un 0.1 pulgadas y 0.2 pulgadas de la densidad máxima, el resultado encontrado afirma la hipótesis propuesta por el autor, en dónde se observa un aumento de 5% de la capacidad portante. La conclusión evidenció el impacto de añadir sulfato de calcio a un 10.00%, 15.00% y 25.00% utilizando el índice de CBR para un suelo cohesivo, incrementa la capacidad portante. También, se obtuvo resultados importantes para un CBR de 0.1" al utilizar una muestra de 3.40 de CBR; al aumentar un 10% de sulfato de calcio genera 7.90; al aumentar un 15% de sulfato de calcio se obtiene un 4.10, al adicionar 25% de sulfato de calcio obtenemos 4.00 ; por otro lado, para un CBR de 0.2" al utilizar 2.70 de CBR como muestra obtenemos que al aumentar un 10% de sulfato de sodio genera un registro de 7.00, al aumentar en un 15% de sulfato de calcio se obtiene 4.65 y al adicionar 25% de sulfato de calcio se obtiene 4.50.¹⁰

Según Ramírez y Guerra (2021), Tuvieron como objetivo de precisar la influencia con el diseño de pavimento flexivo como mejoraría la subrasante con cemento Hidráulico, situado en la vía Morales – Polvoraico en el año 2021. El estudio es tipo cuantitativo y experimental. La población del estudiada fue los suelos conformados por la subrasante de todo el tramo del camino vecinal, en el lugar Polvoraico. La muestra del estudio fue 6 calicatas. Los instrumentos que llevaron a cabo fue la recolección de datos con el empleo de las fichas técnicas. El resultado principal mostró los porcentajes de cementos para CBR al 95% de compactación, aumentan favorablemente al agregar 4%, 8% y 12%, CBR semejante es 4.0%, 7.70%, 13.9% y 22.5% respectivamente. Concluyeron que el cemento presentó influencia favorable como estabilizador en referencia al CBR, un suelo sin ser estabilizado es de 2.45, mientras que al ser estabilizado con 4%, 8% y 12% llega a 7.7%, 13,9% y 22.50% en proporción.¹¹

Según Briones (2018), tuvo la finalidad de estabilizar entre cloruro de magnesio al 5% o al 2%, muestra mejor capacidad portante en un suelo arcilloso en afirmados. La metodología fue de tipo experimental, población se considera al terreno arcilloso de la ciudad de Cajamarca y muestra a la calle Jr. La cantuta, obteniendo los resultados en este caso la DMS fue aumentado con el 2% de cloruro de calcio y el 5% de cloruro de magnesio con los valores a un 1.92g/cm³ y 2.05g/cm³ respectivamente. La conclusión obtuvo el cumplimiento de requisitos propuestos por la EG-2013 en un suelo natural, sea este mediante un análisis granulométrico la que no pertenecería a ninguna gradación específica, su límite líquido de 26% que se acerca al 35% máximo requerido por norma, la situación presentada por el índice plástico se ubicó en un 11,99%, y este debería oscilar en un rango de 4-9% y contar con un CBR al 1% de 31.03% ubicándose debajo del 40% mínimo en el que se efectuaría el afirmado.¹²

A nivel de Artículos contamos con: Al-Rkaby [et al]. (2022), contaron con el objetivo de realizar la investigación sobre la Caracterización geotécnica de suelos mejorados con geopolímeros sostenibles. Con la posibilidad de mejorar las propiedades de los suelos en beneficio del mismo, tradicionalmente se utilizaron aglutinantes como el cemento, cal, etc. Durante los últimos 10 años, la marca del carbono asociado con estos aglutinantes ha tenido problemas significativos para el medio ambiente. Con la motivación de descubrir aglutinantes como alternativa

ecológica para reemplazar OPC. Se ha prestado una atención especial a materiales valiosos del proceso de reciclaje de residuos industriales de aluminosilicatos y también a través del cemento activado con álcali. El geopolímero que surgió recientemente como una alternativa nueva y que respeta el medio ambiente a estos productos tradicionales para estabilizar suelos como el cemento Portland ordinario (OPC) y la cal, que generan un efecto negativo con el medio ambiente. Este artículo hizo hincapié en los geopolímeros que fueron producidos a partir de las cenizas volantes de tipo C que tienen un alto contenido en calcio (CFA) y como un activador alcalino que tiene una composición de hidróxido de sodio y una solución de silicato de sodio para la estabilización de la arena. El programa incluye pruebas experimentales como la resistencia a la compresión, flexión y tracción todo esto con el suelo tratado con el geo polímero se ubicaban dentro de un Rango de 2-10, 0,5-2,0 y 0,4-1,2 MPa, respectivamente. Estas resistencias incluso fueron superiores a las del suelo que fue estabilizado con cemento. Este microestructural análisis dio a conocer que la formación de un gel hidratado denso de alúmina-sodio (C, N-A-S-H) fue el motivo de esta mejora. Según los resultados que presentaron este estudio el uso de este aglutinante para mejorar el suelo es una alternativa posible al OPC todo esto en las aplicaciones geotécnicas. (ISSN: 2191-0243).¹³

Según Neeladharan [et al]. (2018), tuvieron como objetivo evaluar la resistencia del suelo con diferentes porcentajes 5%, 10%, 15%, 20% de mármol polvo y 2.5%, 5%, 7.5% de silicato sodio en suelo débil. La metodología utilizada fue experimental y como población el terreno. Los resultados arrojados de la resistencia al corte de la muestra. Reemplazado con un porcentaje variable de polvo de mármol y Na_2SiO_3 de la tabla, se puede evaluar el valor CBR en la penetración de 2,5 mm aumenta con la adición de mármol. Polvo hasta un 15% y silicato de sodio hasta un 10% y disminuye más allá de este límite. La conclusión el valor de CBR ha aumentado con el aumento de adición de polvo de mármol y silicato de sodio utilizando estos resultados concluye que el polvo de mármol 15% y silicato de sodio al 10% deben adicionar. (ISSN 2394-3785).¹⁴

Según Gonnade, y Joshi (2020), Tuvieron como objetivo evaluar la aptitud del silicato de sodio líquido alcalino ligeramente para ser usado en la estabilización de suelo de algodón negro de la India. También se tuvo el objetivo de descubrir el efecto del uso del silicato de sodio líquido con cemento Portland en las propiedades

del suelo investigado. Las pruebas realizadas fueron las de límite de Atterberg, Proctor, CBR, hinchazón y la de resistencia a la compresión no confinada (UCS). Este suelo se trató con diferentes combinaciones de silicato de sodio y cemento antes mencionados. El cemento contaba con un 3% constante sin embargo el silicato de sodio variaba en 1%, 2%, 3%, 5% y 7% en referencia al peso seco del suelo. Estas muestras fueron curadas durante 4, 7, 14 y 28 días antes de efectuarse la prueba. Los resultados obtenidos fueron que el CBR y UCS incrementaron y redujeron las propiedades de hinchazón inclusive en un 3% de combinación. Los resultados de laboratorio implicaban que se debía aplicar materiales con buena calidad, con una densa compactación, un curado más prolongado, y una porción acorde de estabilizador esto para la estabilización con cemento. Realizando un enfoque al silicato de sodio no es un estabilizador adecuado, pero brinda resultados alentadores cuando se combina con el cemento al 3% por peso seco del suelo. (ISSN: 2319-5592).¹⁵

En otros Idiomas tenemos a: Chukwujindu (2019), Teniendo como objetivo realizar la modelación de algunas propiedades geotécnicas de suelo laterítico estabilizado con cemento y microsílíce para uso como material de pavimento. La metodología fue de tipo experimental y la muestra fueron las pruebas gestadas en laboratorio. Los resultados del terreno mezclado con cemento al 2% mostro un aumento del 1.5% en su máxima densidad seca, en conclusión, se determina que todas las muestras estabilizadas con cemento y microsílíce registra una máxima densidad seca superior a 1.90 g/cm³ excepto por el 10 % de cemento y el 8% de microsílíce que dieron 1.87 g/cm³ así mismo el pico de densidad seca máxima para el suelo laterítico modificado registro al 8% cemento y microsílíce al 2% que dio 2.10 g/cm³ y OMC de 15.49%.¹⁶

Según Jardim (2018), se planteó como objetivo estimar el comportamiento de terrenos arcillosos tropicales estabilizados con cemento y aditivo químico basado en zeolita sintética en aplicaciones de base de pavimento sujeto a condiciones críticas encontradas en el estado de Amazonas. Con metodología experimental y la población es un tramo de 70 m de largo con 7.5 m de ancho de un AM-010 camino militar lateral sin pavimentar del Km 53 al norte de Manaus/AM. En resultados para las tres condiciones de humedad de compactación se pudo observar un mejor rendimiento de muestras con 3.4 kg/m³ de aditivo RC para la condición de

compactación en humedad óptima las muestras con 3.4 kg/m³ de aditivo RC mostraron un 15% de absorción inferiores a las demás muestras ya compactadas con una adición de 60% de humedad óptima, La conclusión en los aditivos RC tiene una influencia positiva en la resistencia a la tracción por compresión diametral la resistencia máxima se obtuvo para el contenido de aditivo RC de 3.4 kg/m³ y 0% de incremento en caliente con los valores de 0.61 MPa para todos las tres condiciones de curación.¹⁷

Las bases teóricas que están entrelazadas a las variables independientes tenemos: El silicato de sodio y cemento. El silicato de sodio es el nombre común del metasilicato de sodio o Na₂SiO₃ y también se denomina “agua de vidrio” o vidrio líquido” con fórmula Na₂SiO₃, además son soluciones acuosas y vidrios solubles hecho de proporciones de variables de Na₂CO₃ y SiO₂. Este aditivo es un polvo blanco que se disuelve fácilmente en agua y forma una solución alcalina que posee compuestos de ortosilicato de sodio, piroxilicato de sodio estos son vitreos y solubles en agua, además se utiliza un adhesivo especial de silicato de sodio para aumentar la resistencia de las paredes verticales y techo del túnel mediante la mezcla con lechada de arena a través de inyección. (Javadzadeh, 2021, p. 1775).¹⁸ El uso de silicato de sodio en el tratamiento de suelos se menciona ya en 1910, cuando se usaba como paliativo del polvo y en la construcción de caminos de macadán. en la estabilización de suelos, el silicato de sodio reacciona con las sales de calcio en soluciones acuosas y forma un gel insoluble de silicato de calcio. el alto PH resultante de la presencia de silicato de sodio también podría promover la disolución de los silicatos de las superficies de las partículas del suelo, contribuyendo así a la reacción de cementación. (Fang, 1991, p. 326).¹⁹ Al ser combinado el silicato de sodio con los componentes del cemento, dan una reacción química a fin de formar una mezcla sólida de propiedades ligantes. Su diversidad de cementos se realiza con silicatos, al igual que en polvo como en disolución. Estos son puntos importantes que en la especialidad contraria autofraguantes y de mezclas química resistente. Así también, este producto sirve para la solidificación de los suelos que al combinarse forma un gel insoluble el cual sella y cementa el terreno poroso. (Basso y Conci, 2007, p. 5).²⁰

Tabla 1. Propiedades del silicato de sodio

Rango	Especificaciones Técnicas	Método
Aspecto	Líquido viscoso	PROQUINSA: PROC- 02-2018
Olor	Inodoro	PROQUINSA: PROC- 02-2018
Na ₂ O	8,0% - 8,6%	UNE 55-627-83
SiO ₂	28,0% - 29,0%	PROQUINSA: PROC- 03-2018
Rango	3,29 – 3,37	UNE 55-624:1982
Densidad (20°- 25°C)	40,0°- 40,7°Be	NTP 311.086 (Rev. 2012)
Viscosidad (20°C)	1500 cps – 7000 cps	UNE-EN ISO 12058-1
Sólidos Totales	36,0 % - 37,6 %	NTP 311 155 - 1975
PH solución acuosa al 1% (20°C)	10 - 12	PROQUINSA: PROC- 01-2018
<u>Aplicaciones y Propiedades</u>		
<p>En la Industria de Papel y Cartón, se emplea como pegamento, buffer alcalino, agente dispersante, agente humectante, coloide.</p> <p>En la Industria Textil, se utiliza como amortiguador y fijador del color.</p> <p>En Solidificación de Suelos, se emplea como sellante de suelos porosos.</p> <p>En la Industria Cerámica, como defloculante en la elaboración de arcillas refractarias y esmalte para vidriados cerámicos.</p> <p>En la Industria de la Construcción, se emplea para preparar cementos a prueba de ácido y cementos refractarios. Acelera el fraguado.</p> <p>En la minería, se emplea en la flotación de minerales.</p> <p>En la Industria de pinturas: controla la viscosidad del sistema líquido., brinda un efecto de espesamiento resultando un sistema muy estable.</p> <p>Es retardante del fuego, impermeabilizante, soporta altas temperaturas y no es inflamable.</p>		

Fuente: Productos químicos industriales S.A, 2018

El cemento Hidráulico normal es alcanzado por la atomización del Clinker portland con el aumento provisional del sulfato de calcio. Se puede complementar con otro tipo de productos solo si estos no excedan el 1 % del peso total y que esto no llegue a modificar las bondades del nuevo cemento. la adición de las manufacturas debe ser atomizadas uniformemente con el Clinker. Para el cemento tipo V se sugiere que el hormigón sea de mayor resistencia a la compresión, a los sulfatos, así mismo este cemento debe tener un contenido de aluminato tricálcico (C3A) inferior al 5% como también deben cumplir las Normas ASTM C 150. (Rivva, 2000, p. 31).²¹ El suelo-cemento es una mezcla de cemento portland y agua que al ser procesadas en la compactación llega a tener una alta densidad, a medida que el cemento se hidrata la mezcla se convierte en un material de pavimentación duro y duradero. (Portland cement association, 2001, p. 4).²²

El cemento es añadido al suelo para mejorar sus propiedades mecánicas, con la única condición de no llegar a la rigidez siendo parecido al concreto hidráulico, así mismo se debe variar un porcentaje de 6% a 14% para la estabilización de tipo rígida incrementando el comportamiento de la base, de esa manera crece su módulo de elasticidad esquivando la rotura de dicha capa. Se logrará aceptar el porcentaje óptimo del cemento haciendo las pruebas en el laboratorio. (Diario oficial El Peruano, 2012, p.4).²³

Tabla 2. Clase de suelo AASHTO

Clasificación AASHTO	Descripción
A-7-5 y A-7-6	Materiales orgánicos y arcillosos de alta compresibilidad
A-6	Materiales orgánicos de baja compresibilidad y limos de alta compresibilidad
A-5	Arcillas y limos de baja compresibilidad
A-4	Arenas arcillosas
A-3	Arena de pobre gradación
A-2-6 y A-2-7	Arenas limosas
A-2-4 y A-2-5	Arenas bien gradadas
A-1-b	Gravas de pobre gradación
A-1-a	Gravas bien gradadas

Fuente: Método de clasificación “Americian Association of state Highway and Transportation officials

La estabilización de suelos es la mejora que se le puede inyectar a las propiedades físicas de un terreno mediante la utilización de métodos mecánicos y la suma de agentes químicos, habituales o concisos. Su elección de uso es común en terrenos de subrasante inapropiado o defectuoso. Por otro lado, cuando se da una estabilización de subbase o base, para lograr un ingrediente de mayor calidad designada como base granular tratada. También, la estabilización de suelos provee una mayor resistencia mecánica y persistencia en las propiedades de duración. Los métodos son combinados y varían desde la agregación de uno o más agentes estabilizantes. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 92)²⁴ La estabilización química puede obtener un mejor desempeño de los suelos mediante la aplicación de aditivos, este desempeño comprende un mejor manejo del material, también reduce la plasticidad y la expansión así también la contracción del terreno. Si se desea flocular las partículas se debe usar arcillas dispersivas, si tenemos arcillas reacias al compactar se recomienda la adición de aditivos para obtener un mejor esparcimiento de partículas. Por otro lado, Esta estabilización mejoraría la resistencia, durabilidad, insensibilidad al agua, etc. Pudiendo usar terrenos de baja

resistencia en estratos inferiores de los de rodadura y terrenos granulares, así mismo mediante un CBR menor a lo requerido o de estabilidad insuficiente. (Braja, 2015, p. 266)²⁵

Para una estabilización de cemento en la subrasante especialmente de la estructura de pavimento de alto al tráfico se realiza una mezcla de cemento y agua con porciones mínimas de conglomerante en relación al peso del 2%. (La Federación interamericana del cemento, p. 1).²⁶ Las vías urbanas están definidas como un espacio que está destinado al tránsito vehicular o del peatón que esté dentro de un límite urbano y están clasificadas en vías expresas, colectoras, arteriales, y locales. El estudio se realizó en una vía local que están definidas como las que tienen el objetivo otorgar acceso a las áreas residenciales, industriales y comerciales y que se tenga una circulación dentro de ellas. (Norma técnica CE 0.10, p. 34 – 35).²⁷

La utilización de Limite líquido en un terreno, implica considerables cantidades de sustancia orgánica disminuyendo trágicamente al secar el terreno mediante un horno para la realización del ensayo. La paridad del límite líquido antes y después de ser secado en un horno, son medidos cualitativamente en la sustancia orgánica del terreno. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 67).²⁸ De esa forma se determina sabiendo 3 – 4 contenido de humedad de diferentes cercanías, en una relación de contenido de humedad y cantidad de golpes, la curva debe de señalar los 25 golpes que es del contenido humedad semejante al límite líquido. (Juarez y Rico, 2011, p. 132).²⁹

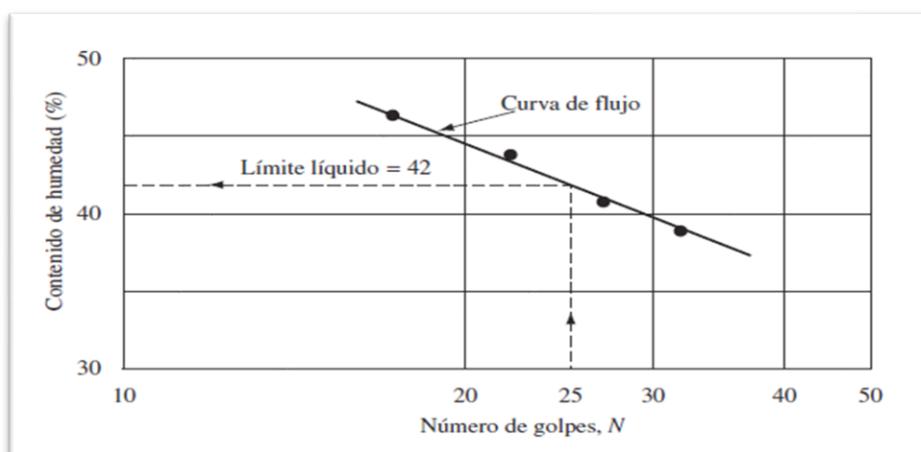


Figura 1. Se muestra la curva de flujo

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

Los equipos para realizar el ensayo es el recipiente para el depósito. Su material de porcelana con dimensión 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente, Copa de Casagrande es operación manual, acanalador, calibrador, vasija, bascula con una delicadeza de 0.01 gramos, horno termostáticamente vigilado y que puede conservarse la temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para secar. Así mismo, el implemento a usarse es la espátula de hoja dócil de aprox. 75.00 a 100.00 mm (entre 3" a 4") de largo y 20 mm (3/4") aproximado de amplitud. También se señala que la pureza del agua puede ser destilada o desmineralizada. Por otro lado, la muestra se produce un trozo representativo del espécimen total autosuficiente para facilitar 150 - 200 gramos de ingrediente colados en $425 \mu\text{m}$ (N°40). Estas también fluyen libremente siendo cortadas por los procedimientos del cuarteo o repartición de muestras. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, pp. 67-68).³⁰

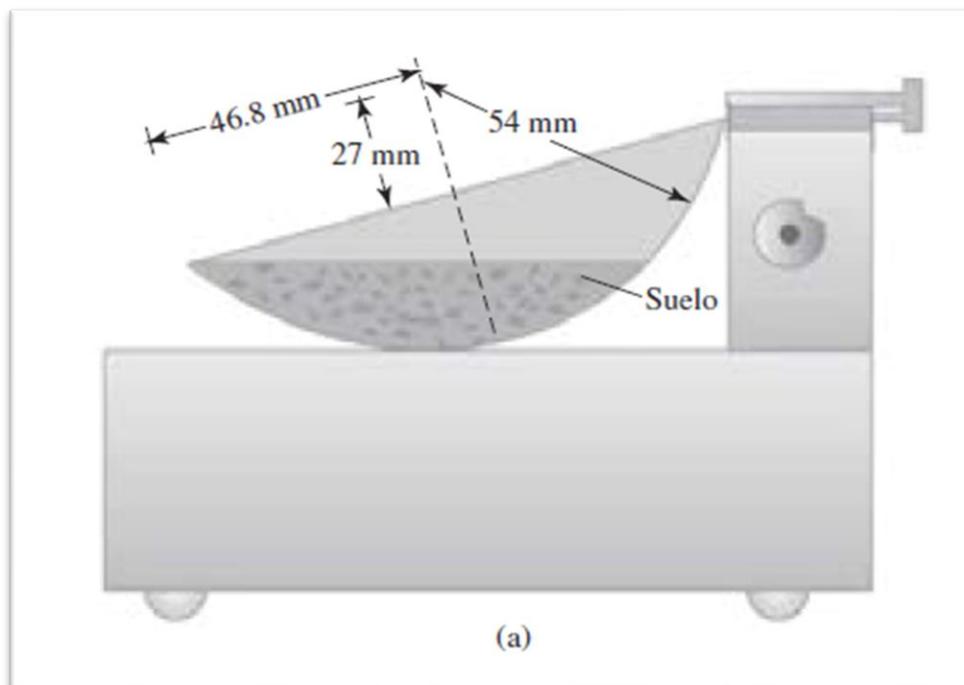


Figura 2. Dispositivo de Límite líquido

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

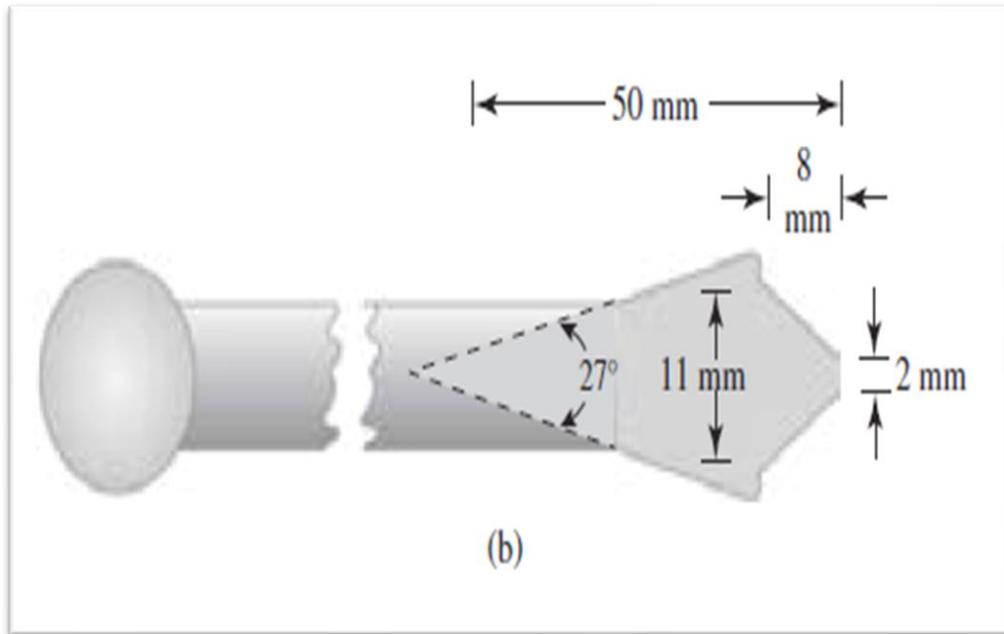


Figura 3. Ranurador plano

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

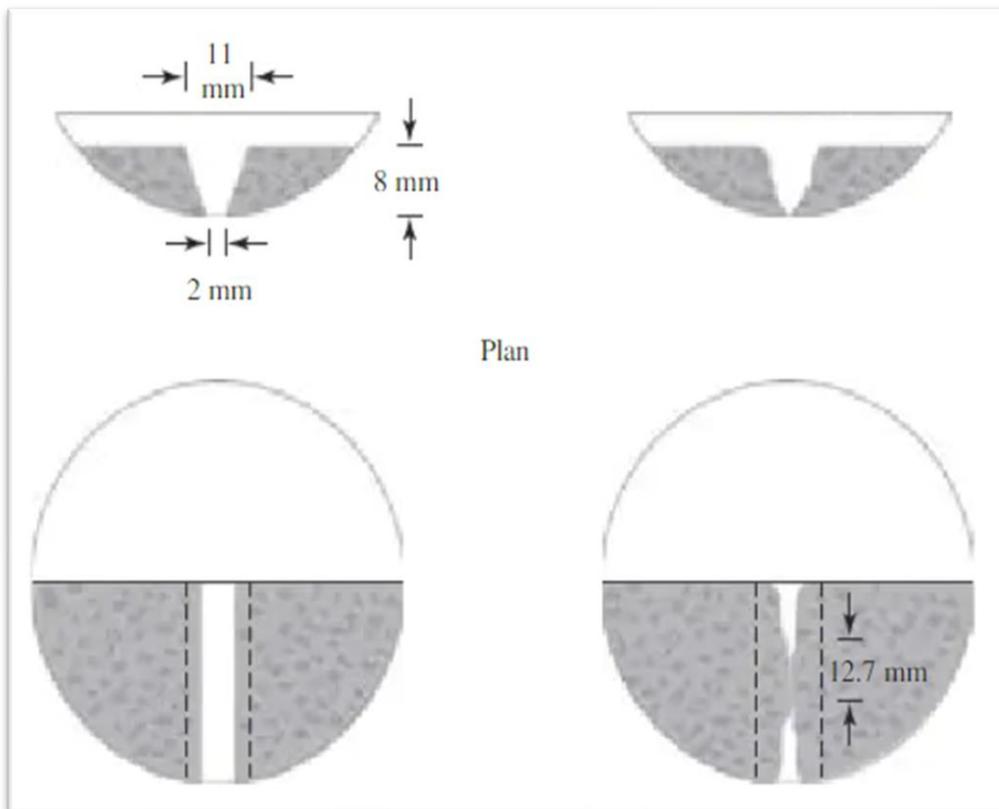


Figura 4. Sección de suelo pre y post prueba

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica



Figura 5. Se señala la utilización del dispositivo de límite líquido y el utensilio de ranurado
Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

El límite plástico de un terreno para manifestar una estabilidad relativa o índice de liquidez, utilizando una humedad natural, logra ser deslucido con el porcentaje más delicado que $2 \mu\text{m}$ para resolver su número de eficacia. Se señala también que el índice de plasticidad se puede utilizar por separado o juntos con otras cualidades del terreno para correlacionarlas de su conducta ingenieril como la compactibilidad, comprensibilidad resistencia al corte, permeabilidad y contracción-expansión. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 72).³¹ Así mismo, el suelo al ser bien lubricadas puede tener una masa plástica y ser moldeado, el agua teniendo una baja cantidad lleva al suelo a un estado semi – sólido, frágil, donde se evidencia la característica granular, además al tener aumento de agua el suelo se hace más plástico con un resultado de menor a su cohesión. (Ministerio de obras hidráulicas, 2018, p. 357).³²

Los equipos necesarios son la espátula, la hoja manejable de unos 75 a 100 mm (entre 3" a 4") de largo por 20 mm (3/4") de amplitud, vasija que podría ser de porcelana o semejante (para almacenar) de 115 mm (4 1/2") de diámetro, bascula con una delicadeza de 0.01 gramos, horno o invernadero, termostáticamente

moderado regulado entre 105° y 115°, colador de 426 µm (N°40), agua destilada, vasija adecuada así conocer su humedad. Obtenida la muestra, se requiere saber límite plástico, se aceptan 20 g aproximados del espécimen que logre pasar entre el colador de 0.0426 metros (Número 40), destinado como experimento de limite líquido. Se combina con el agua que debe ser destilada y no detenerse si no se logra una esfera con la masa del suelo. De la esfera se utiliza de 1.5g a 2g para realizar el experimento. Una vez secado en el horno, la masa disminuye el límite plástico del terreno con ingrediente orgánico, sin tener una variación considerable. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 72).³³

El agua contenida en porcentaje es definido según:

$$\text{Limite plastico} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo secado al horno}} * 100$$

El indice de plasticidad se calcula de la diferencia del limite liquido menos el limite plastico.

Indice de plasticidad = Limite liquido – Limite plastico



Figura 6. Se observa la prueba de límite plástico

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

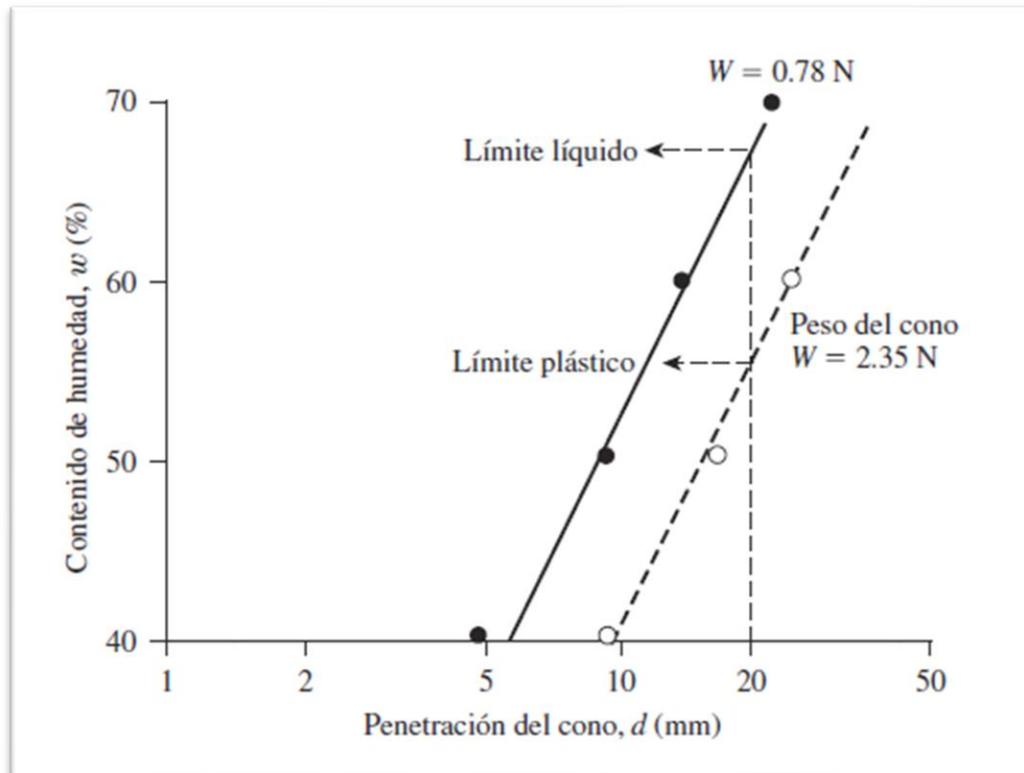


Figura 7. Se observa las cantidades de Límite líquido y Límite plástico mediante la prueba de penetración de cono

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

La importancia del porcentaje de agua en los terrenos tiene relevancia debido a que la resistencia que presenta la subrasante en suelos finos está relacionada de manera directa con la densidad y humedad de los suelos, obtenido este porcentaje se podrá comparar si el contenido humedad natural resulta inferior o mayor al contenido humedad óptima, de esa manera el especialista propone la compactación normal del terreno y añadirá la proporción correspondiente de agua. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014, p. 33).³⁴ Los equipos para usarse es un horno termostático controlado con una temperatura de $110 \pm 5^\circ$ y una balanza que tenga la capacidad de 0.01 gramo para estratos menores de 200 gramos y de 0.1 gramo para estratos mayores de 200 gramos, por otro lado, para determinar la cantidad de agua se debe realizar lo más rápido posible luego de haber realizado el muestreo particularmente se utiliza contenedores corrosibles; así también latas de pintura o bolas plásticas. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, pp. 49-50).³⁵

Tabla 3. Cantidad mínima de espécimen de material húmedo

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones, 2016

El Proctor modificado es presentado como el ensayo de laboratorio que comprende tratamientos de compactación que resuelve el enlace entre la humedad y la curva de compactación (peso unitario seco del terreno), en una figura en pulgadas como 4 o 6 (101.60 o 152.40) milímetros de calibre con un émbolo de 10 lbf (44.50 N) que baja de una altura registrada 18 pulgadas (457.00 milímetros), elaborando potencia de compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)), este experimento solo es válido en terrenos que tienen 30 % o menos en peso de granos que se mantienen en el colador de 19.0 mm (3/4"). (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 105).³⁶ Este ensayo tiene la facilidad de reconocer el resultado del contenido de humedad que presente la muestra así también conocer el resultado de la máxima densidad seca que alcanza un suelo al ser compactada con una carga de unidad de volumen determinado. (Ministerio de obras hidráulicas, 2018, p. 360).³⁷

Este ensayo es mejor que el Proctor estándar debido a la aplicación de una mayor energía de compactación también el óptimo contenido de humedad logra ser más bajo que el Proctor estándar. (Braja, 2019, p. 57).³⁸ Se obtiene 3 métodos alternos: Método A, B y C. El método A tiene las siguientes características de molde con medida 101.6 mm con un diámetro (4"), este material no se queda en el colador 4.75 mm (Nº4), 5 números de capas, 25 golpes en cada una; por otro lado, se usa al tener un 20% o también menos del peso del ingrediente que se queda en el colador 4.75 mm (Nº4). El método B tiene un molde de medida 101.6 mm (4

pulgadas) de diámetro, el ingrediente es empleado al pasar por el colador de 9.5 mm (3/4 pulgadas), 5 números de capas, 25 golpes por cada capa; por otro lado, se usa al tener un 20 % del peso del ingrediente, que se mantiene en el colador 4.75 mm (N°4) y si tuviese menos del 20% sería retenido por el colador y de 9.5 mm (3/8). El método C tiene un molde de 152.4 mm de medida (6 pulgadas) de diámetro, los utensilios empleados son pasados en el colador de 19.00 mm (3/4 pulgadas), 5 números de capas, 56 golpes por cada capa y se usa cuando el peso de 20 % es detenido en el colador 9.50 mm (3/8 pulgadas) y si tuviese menos peso de 30.00% sería retenido por el colador 19.00 mm (3/4 pulgadas). (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 105-106).³⁹

$$E = \frac{(25 \text{ golpes/capa})(5 \text{ capas})(44.5 \times 10^{-3} \text{ kN})(0.4572 \text{ m})}{943.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 2696 \text{ kN-m/m}^3$$

Figura 8. Fórmula de la energía de compactación

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica



Figura 9. Se observa los martillos utilizados para las pruebas de Proctor estándar y modificado. Extraído de ELE International

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

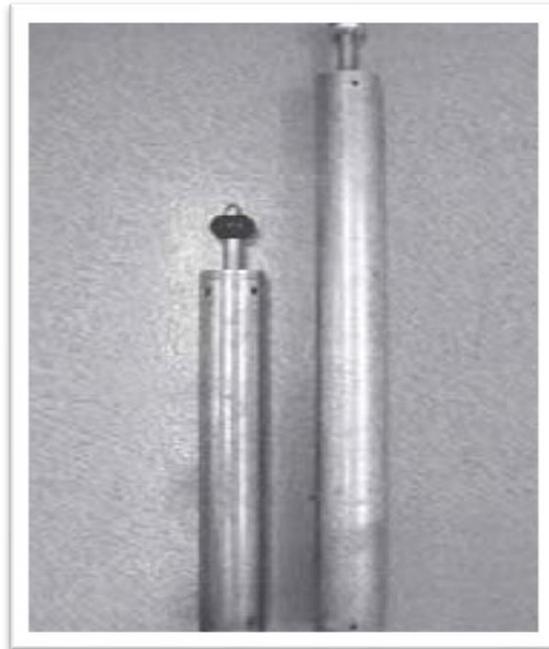


Figura 10. Se observa las herramientas necesarias para efectos de prueba de Proctor modificado

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

Tabla 4. Especificaciones de las pruebas de Proctor modificado. Basadas en la prueba 1577 de la norma ASTM

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m ³	2696 kN-m/m ³	2696 kN-m/m ³
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica

EL ensayo de CBR se utiliza en la evaluación a la resistencia potencial de la subbase, subrasante y material base. La estimación de CBR obtenido, asume una línea base para diferentes procedimientos de diseño en un pavimento flexible. Cuando el CBR es pequeño (al tener un resultado de agua de compactación) o al tener materiales no-cohesivos de grano gruesos, o al no distinguir la compactación de agua en el diseño compactación en el método de diseño, se logra determinar una compactación exacta mediante la contención del agua. El peso unitario seco descrito tiene un porcentaje de compactación admitido en la institución usuraria. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 248).⁴⁰ La carga correcta se determina con una penetración de 0,1 y 0,2 pulgadas así mismo los valores de CBR se obtienen dividiendo las cargas a 0,1 y 0,2 pulgadas por las cargas estándar de 1000 y 1500 psi, estas cargas son siempre constantes y representan las cargas requeridas para penetrar una muestra de piedra caliza triturada bien graduada, menos 3/4 de pulgada, a una densidad máxima AASHTO modificada. cada relación se multiplica por 100 para obtener el cbr en porcentaje. el cbr generalmente seleccionado al 0.1 pulgada. (Departments of the army, the navy y the air force 1971, p. 91)⁴¹. Este ensayo en el valor de la relación de soporte es considerado un parámetro de resistencia importante en el diseño de subrasante ya que podemos determinar los espesores de la subrasante, si el valor del CBR es mas alto el espesor de diseño será de menor dimensión y viceversa. (Hoyos y Shehata, 2019, p. 142)⁴²

Tabla 5. *Subrasante según su clase*

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente. Ministerio de transporte y comunicaciones, 2014

Los equipos como la prensa son similares al Proctor modificado, se utiliza para forzar la penetración en el espécimen, este es albergado en el cabezal. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016, p. 248).⁴³

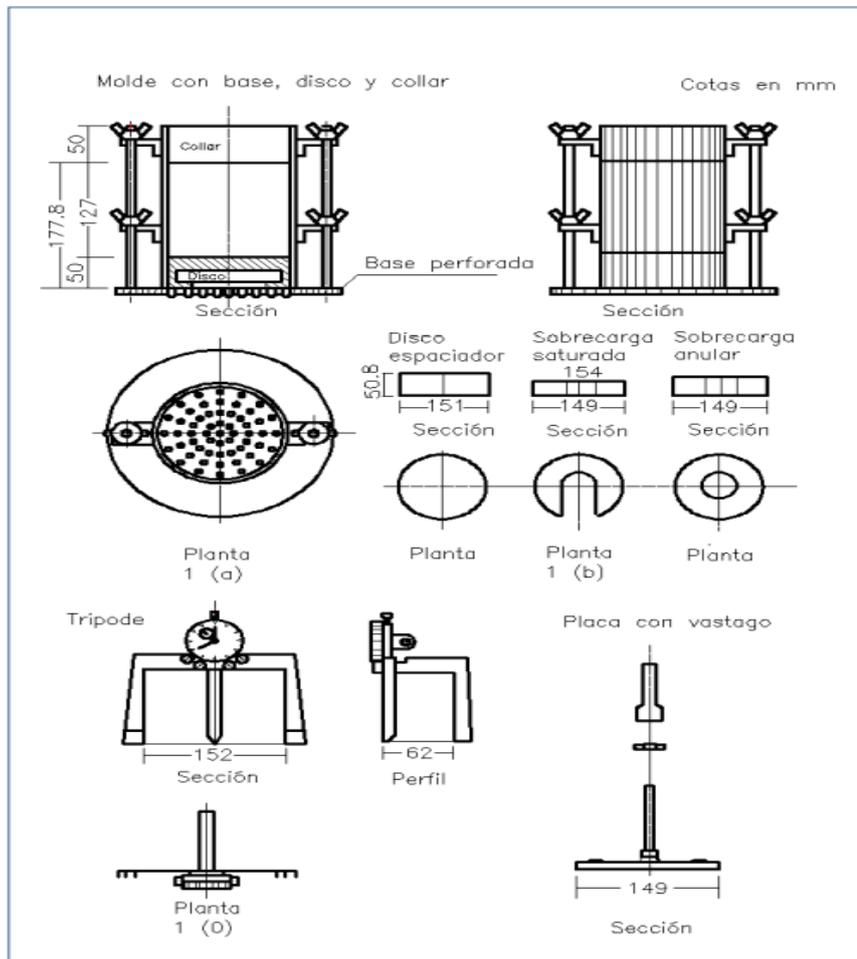


Figura 11. Ensayo de Proctor modificado, Equipo modificado

Fuente. Ministerio de transporte y comunicaciones

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La Investigación aplicada mantiene el objetivo dar soluciones a los problemas que están hechos por la acción, así también como proporcionar hechos nuevos. (Baena, 2017, p. 18).⁴⁴ Por ello, en el presente trabajo se utilizará la investigación aplicada ya que buscamos dar estabilidad a la subrasante añadiendo dos aditivos como el silicato de sodio y el cemento, por lo tanto, se gestionará las pruebas de laboratorio como los ensayos de límites de consistencia, Proctor modificado, óptimo contenido de humedad y el CBR.

3.1.2 Diseño de la investigación

Los diseños cuasi experimentales cambian por lo salvo una variable independiente para poder percibir el efecto que genera sobre una y otras variables dependientes, son diferentes de las experiencias definidos como puros esto en el grado de seguridad que se pueda registrar una equivalencia al grupo considerado como inicial. (Hernández et al. 2014, p. 151).⁴⁵ Esta investigación se utilizará un diseño cuasi experimental debido a que la variable independiente (Silicato de Sodio y cemento) genera una alteración a la variable dependiente (Estabilización de la subrasante) durante el ensayo a realizar.

3.2 Variables y operacionalización

La variable es una cualidad que está presente o no en el objeto que se estudia, su contenido podría cambiar y esta variación es susceptible de medirse u observarse en manera indirecta o directa. (Borja, 2016, p. 23).⁴⁶ De tal manera las variables de esta investigación son de tipo dependiente e independiente.

Variable Independiente: Silicato de Sodio y cemento.

Variable dependiente: Estabilización de la subrasante.

La operacionalización es todo aquel proceso que sirve para transformar variables teóricas complejas en empíricas para su posterior medición. Para ello se debe saber la variable, indicadores y dimensiones de esta y el índice. (Las variables complejas en investigaciones pedagógicas, 2015, p. 11).⁴⁷

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

Es el conjunto de elementos comprendidos por una misma definición o características comunes entre sí que representan las peculiaridades de la investigación. (Carmo y Ferreira. 2008, p. 209).⁴⁸ Cabe resaltar que el tipo de vía del presente estudio tiene una longitud de 1.7 km y está definida como vía local. La población sería las calicatas de 1.5m junto con sus ensayos mecánicos y físicos en la que resulte más desfavorable luego de las pruebas de CBR, Proctor modificado y límites de consistencia en las varias combinaciones con el silicato de sodio y cemento.

Tabla 6. *Numero de ensayos*

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

Fuente. ICG-Instituto de construcción y gerencia Norma CE.010

3.3.2 Muestra

Son todos aquellos individuos que van a ser parte del estudio de la población. (Politano et al. 2018, p. 69).⁴⁹ Con la vía local según la Tabla N°06 del presente estudio indicando la gestión de 1 calicata por cada 1800m² a una profundidad de 1.5m. se realizará 3 ensayos de granulometría para la clasificación de suelo de las 3 calicatas. Esto quiere decir que se gestionaran los ensayos para determinar los límites de consistencia, Densidad máxima seca, óptimo contenido de

humedad, la resistencia al esfuerzo cortante (CBR) y consideraremos a la más desfavorable, en la que se realizará 35 ensayos de laboratorio; 7 de limite liquido donde 1 es del suelo natural, así también como con los suelos con aditivos de silicato de sodio de 6.0%, 6.5%, 7.0%, suelo con cemento de 2%, 4% y 6%. Por otro lado, 7 ensayos de limite plástico, 1 es del suelo natural, también como suelo con silicato de sodio de 6.0%, 6.5%, 7.0%, suelo con cemento de 2%, 4% y 6%. Así mismo, 7 ensayos de Máxima densidad seca, 1 es del suelo natural, suelo con silicato de sodio de 6.0%, 6.5%, 7.0%, suelo con cemento de 2%, 4% y 6%, 7 ensayos de Optimo contenido de Humedad, 1 es del suelo natural, suelo con silicato de sodio de 6.0%, 6.5%, 7.0%, suelo con cemento de 2%, 4% y 6%, 7 ensayo del CBR; 1 es del suelo natural, adicionalmente como suelo con silicato de sodio de 6.0%, 6.5%, 7.0%, suelo con cemento de 2%, 4% y 6%.

Tabla 7. Muestras a realizar

MUESTRAS	Limite liquido	Limite plástico	Densidad Máxima seca	Optimo contenido de humedad	CBR
M - Patrón	1	1	1	1	1
Silicato de sodio 6.0%	1	1	1	1	1
Silicato de sodio 6.5%	1	1	1	1	1
Silicato de sodio 7.0%	1	1	1	1	1
Cemento 2.0%	1	1	1	1	1
Cemento 4.0%	1	1	1	1	1
Cemento 6.0%	1	1	1	1	1
TOTAL	7	7	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Muestreo:

El muestreo no probabilístico es una técnica útil para ciertas circunstancias de la investigación donde se interesa estudiar solo elementos pertenecientes a la población con características bien definidas. (Carmo y Ferreira. 2008, p. 218).⁵⁰ de esa manera se va realizar los ensayos de laboratorio como; límite líquido, límite plástico, Proctor modificado, óptimo contenido de humedad y CBR (Californian Bearing Ratio).

3.3.4 Unidad de análisis:

La unidad de análisis indicará quienes serán medidos afirmando la integración de participantes o en casos contrario la aplicación de instrumentos de medición (Hernández et al. 2014, p. 183)⁵¹ en la presente investigación se consideró como unidad de medida del análisis es la estabilización de la subrasante.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnica de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos en forma documental también de campo, instrumentos para descifrar los resultados y alineamientos de la metodología con el fin de encaminar paso a paso la ejecución y elaboración del proyecto de investigación. (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p. 5)⁵² en este proyecto de investigación se utilizará la recolección de datos de observación de los ensayos gestados en laboratorios como los límites de consistencia, Proctor modificado para poder determinar la máxima densidad seca y el CBR en resolver la resistencia de esfuerzo cortante.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos es la técnica que es empleada en la investigación para registrar las informaciones de las variables que se tienen pensado estudiar. (Hernández et al. 2014, p. 199)⁵³ en la presente investigación se va realizar la observación de recolección de datos ya que tendremos ensayos de límites de consistencia, Proctor modificado, óptimo contenido de humedad y el CBR, Lo cual comparemos con los aditivos del silicato de sodio y el cemento.

Tabla 8. Ensayos de laboratorio

Ensayo		Instrumento
Ensayo	Ensayo de análisis granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM D422
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultados de Laboratorio SUCS (ASTM D2487) AASHTO (ASTM D3282)
	Ensayo de límites de Consistencia	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM D4318
	Ensayo de Proctor Modificado	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM D1557 MTC E-115
	Ensayo de CBR	Ficha de Resultados de Laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad de los instrumentos.

Los instrumentos son viables cuando las mediciones no cambian notablemente, ni en el tiempo ni en las adiciones a otras personas, que logran tener el mismo grado de formación. (Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis, 2018, p. 277).⁵⁴ así mismo estos ensayos están certificados por ingeniero especialista, sustentado por su firma y sello.

Validez

La validez pertenece a los instrumentos de medición de datos, para medir lo que se quiere determinar, lo cual debe tener una exactitud con el instrumento que se mide y tener una eficacia de instrumento al cual se pretende presentar también se tiene que describir los atributos que le interesa al investigador. (Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis, 2018, p. 276).⁵⁵ su autenticidad de estos ensayos está establecida en las normas técnica peruana y el manual de ensayos de materiales del ministerio de transportes y comunicaciones.

3.5 Procedimientos:

Se registró estratégicamente la mayor información referida al tema de investigación que es la comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los Profesionales, en distintos libros, tesis extranjeras, nacionales y artículo de opinión, teniendo en cuenta de todos los antecedentes obtenidos se inicia con la ejecución del proyecto de investigación, por ello se gestó la excavación de 3 calicatas de una medida profunda de 1.50 metros, después el material extraído fue derivado al laboratorio así efectuar los ensayos que corresponda según los mencionados en la investigación como; El límite líquido, límite plástico, óptima humedad contenida, Proctor modificado para determinar la máxima densidad y el CBR donde nos dará el resultado de la resistencia al esfuerzo cortante. Cada uno de ellos serán evaluados con diferentes porcentajes de silicato de sodio (6.0%, 6.5% y 7.0%) y cemento con (2.0%, 4.0% y 6.0%), también se realizó el ensayo de granulometría para conocer su clasificación de suelo y determinar cuál es el suelo más desfavorable; Los porcentajes estarán relacionados con sus pesos. Así mismo se gestionó un cuadro comparativo donde determinaremos cual es el más adecuado en utilizar, si es el silicato de sodio o el cemento para la estabilización de la subrasante en el distrito de ventanilla.

Clasificación de suelo C-01, C-02 Y C-03

Luego de la obtención de la muestra se efectuó la clasificación de suelo de las 03 calicatas registrando los siguientes datos:

Tabla 9. *Clasificación de suelo C-01, C-02 y C-03*

Muestra	Clasificación de suelo	
	SUCS (ASTM D2487)	AASHTO (ASTM D3282)
C - 01	SP	A-3 (0)
	Arena pobremente gradada	
C - 02	SP - SM	A-3 (O)
	Arena pobremente gradada con limo	
C - 03	SP	A-3 (0)
	Arena pobremente gradada	

Fuente. elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos:

Se ejecutará el análisis de datos averiguando los resultados por intermedio de ensayos establecidos en la Norma técnica peruana (NTP), que nos permite recolectar datos confiables e inspeccionado por un ingeniero especializado o técnico en laboratorio de suelos, Los ensayos a realizarse en esta investigación son; Límites de consistencia de acuerdo a la NTP 339.129, Proctor modificado de la NPT 339.141 y el ensayo de CBR de la NTP 339.175:2002, estos ensayos también serán evaluados con suelos natural, silicato de sodio de acuerdo a sus porcentajes de 6.0%, 6.5%, 7.0% y cemento con sus respectivos porcentaje 2.0%, 4,0% y 6,0% de esta manera vamos a comparar si el silicato de sodio o el cemento ayuda a mejorar la subrasante en el distrito de ventanilla.

3.7 Aspectos éticos:

Este proyecto de investigación está siendo sustentada por tesis, libros y artículo científico previamente citado de acuerdo al manual ISO 690, también los ensayos de laboratorio estarán validados y certificados por un ingeniero especialista, también, estará añadido el resultado de TURNITIN lo cual se demostrará que no hay grado de similitud y se están respetando los derechos de autor.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los profesionales, ventanilla 2022

Ubicación:

Departamento : Lima
Provincia : Constitucional de Callao
Distrito : Ventanilla
Ubicación : Av. Los profesionales



Figura 12. Mapa político del Perú

Fuente: Google imágenes



Figura 13. Mapa político dpto. de Lima

Fuente: Google imágenes

Ubicación del proyecto

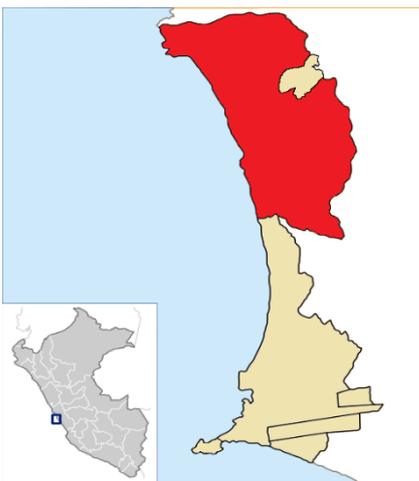


Figura 14. Mapa de la Prov. de Callao

Fuente: Google imágenes

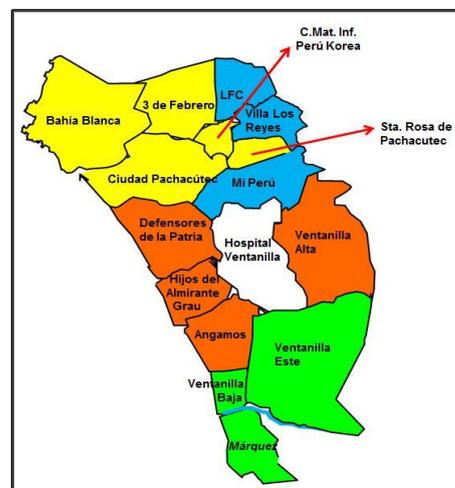


Figura 15. Mapa del distrito de Ventanilla

Fuente: Google imágenes

Localización:

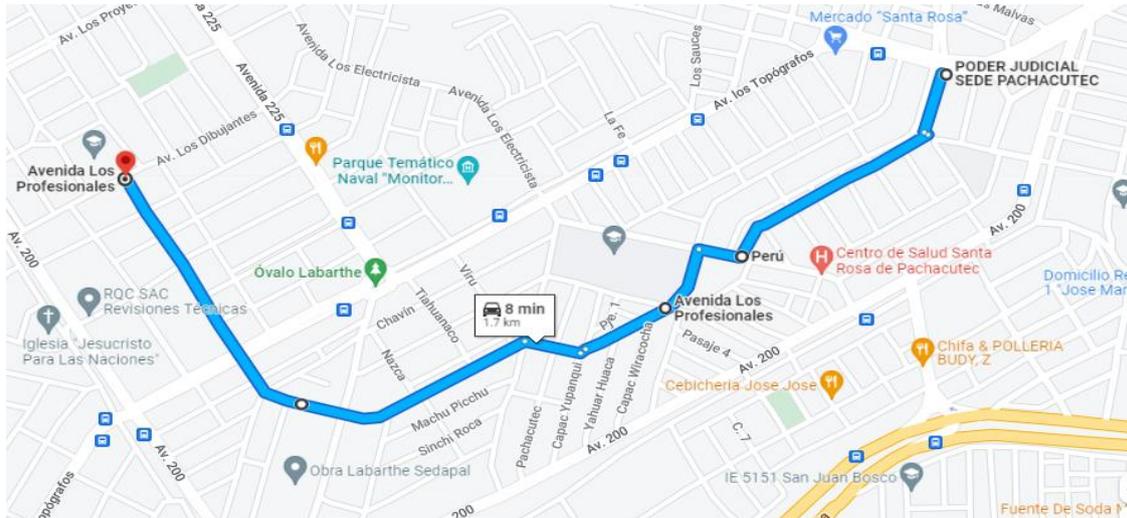


Figura 16. Localización de la Av. Los profesionales

Fuente: Google maps

La gestión de los estudios se realizó en la Av. los profesionales, la ubicación de esta avenida tiene referencia a 13 minutos de la municipalidad de ventanilla, donde está ubicada también la corte superior de justicia de ventanilla, ahí se gestionó la excavación de 3 calicatas las cuales tienen las siguientes progresivas:

Descripción: Calicata -1:

Progresiva: 0 + 0.100 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 0.70 x 0.70 m

Lado de vía : Derecha



Figura 17. Calicata - 1

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata -2:

Progresiva: 0 + 0.250 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones 0.70 x 0.70 m

Lado de vía: Izquierda



Figura 18. Calicata - 2

Fuente: Elaboración propia

Descripción Calicata -3:

Progresiva: 0 + 0.400 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 0.70 x 0.70 m

Lado de vía: Izquierda



Figura 19. Calicata – 3

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio

Se gestó en total 3 calicatas con distintas progresivas, esto con referencia a la norma técnica CE. 010 de pavimentos urbanos, donde aclara que forma parte de una vía local donde se debe realizar una calicata a cada 1800 m², por este motivo se realizaron 3 ensayos de granulometría para conocer qué tipo de suelo presentaba, así trabajar sobre el más desfavorable y gestionar los ensayos que sean requeridos para darle una mejora con los aditivos.

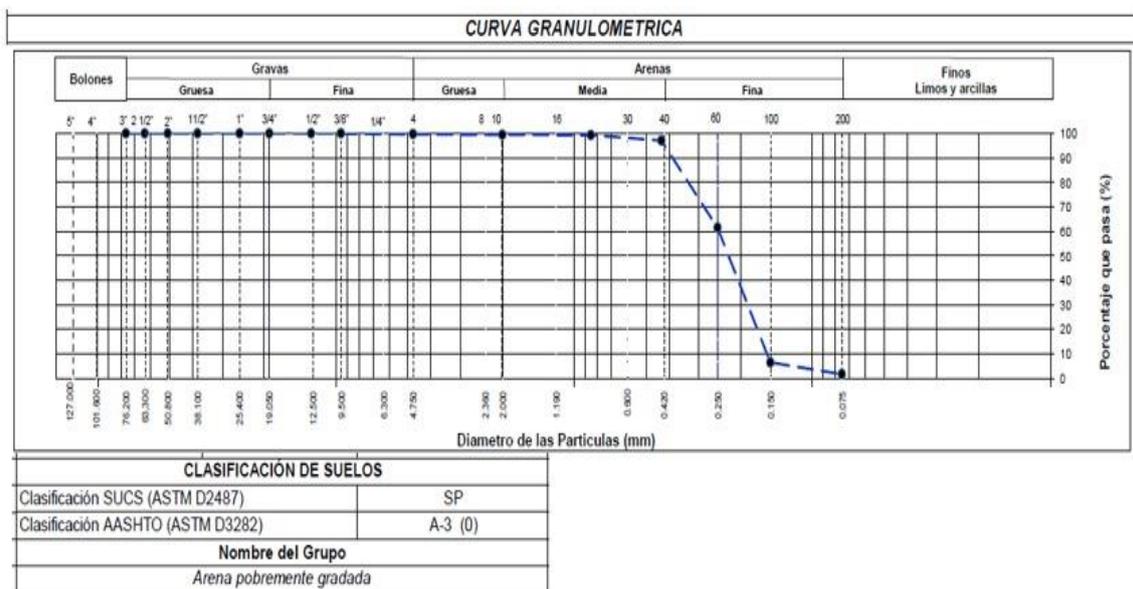


Figura 20. Análisis Granulométrico por tamizado (C-1)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con los registros obtenidos en laboratorio referente a la granulometría de la CALICATA 01, se reportó que el 1.6 % fue la cantidad de muestra que atravesó la malla (N°200) mostrando poca cantidad de finos, un 98.1% de la muestra pasó la malla (N°4) considerandose como material arenoso y fnalmente un 0.3 % de grava.

Según la muestra de la calicata con ubicación en el km 0 + 0.100 km de la Av. los profesionales en ventanilla, se demostró según el sistema de clasificación SUCS que se trata de una ARENA POBREMENTE GRADUADA (SP) y según la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-3 (0), informe gestado en (JJ GEOTECNIA S.A.C.) laboratorio encargado de los ensayos.

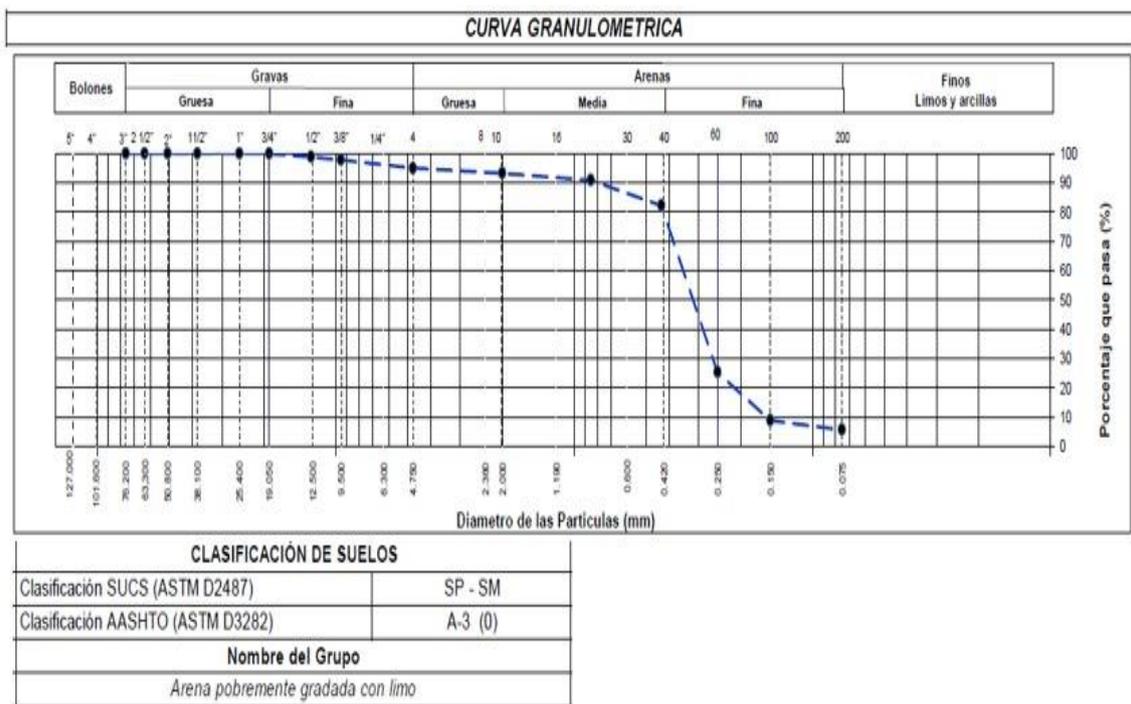


Figura 21. Analisis Granulométrico por tamizado (C-2)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con los registros obtenidos en laboratorio referente a la granulometría de la CALICATA 02, se reportó que el 5.6 % fue la cantidad de muestra que atravesó la malla (N°200) mostrando poca cantidad de finos, un 89.4% de la muestra pasó la malla (N°4) considerandose como material arenoso y fnalmente un 0.5 % de grava.

Según la muestra de la calicata con ubicación en el km 0 + 0.250 km de la Av. los profesionales en ventanilla, se demostró según el sistema de clasificación SUCS que se trata de una ARENA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO (SP – SM)) y según la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-3 (0), informe gestado en (JJ GEOTECNIA S.A.C.) laboratorio encargado de los ensayos.



Figura 22. Análisis Granulométrico por tamizado (C-3)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Con los registros obtenidos en laboratorio referente a la granulometría de la CALICATA 03, se reportó que el 1.8% fue la cantidad de muestra que atravesó la malla (N°200) mostrando poca cantidad de finos, un 98.0% de la muestra pasó la malla (N°4) considerándose como material arenoso y finalmente un 0.2% de grava.

Según la muestra de la calicata con ubicación en el km 0 + 0.400 km de la Av. los profesionales en ventanilla, se demostró según el sistema de clasificación SUCS que se trata de una ARENA POBREMENTE GRADUADA (SP – SM)) y según la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-3 (0), informe gestado en (JJ GEOTECNIA S.A.C.) laboratorio encargado de los ensayos.

En conclusión, la calicata N°03 es presentada como mas desfavorable, por este motivo se procedio a trasladar las muestras al laboratorio y poder gestionar los ensayos como Objetivos de Límites de Atterberg, Próctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR), el cual fue considerado la muestra patrón.

Tabla 10. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra patrón

ENSAYOS		CALICATA N°03
CONTENIDO DE HUMEDAD		1.50%
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	NP
	Limite plástico	NP
	Índice de plasticidad	NP
CLASIFICACION DE SUELOS	SUCS	SP - ARENA PROBREMENTE GRADUADA
	AASHTO	A-3 (0)
PROCTOR MODIFICADO	Optimo contenido de Humedad (OCH)	14.10%
	Densidad Máxima seca (DMS)	1.701 g/cm ³
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		35.20%

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Gráfico del límite de consistencia de la muestra natural

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.- En la figura 23 se aprecia que la muestra patrón de la calicata N°03 no presenta plasticidad y ningun límite (LL – LP), definido como no presenta (NP).

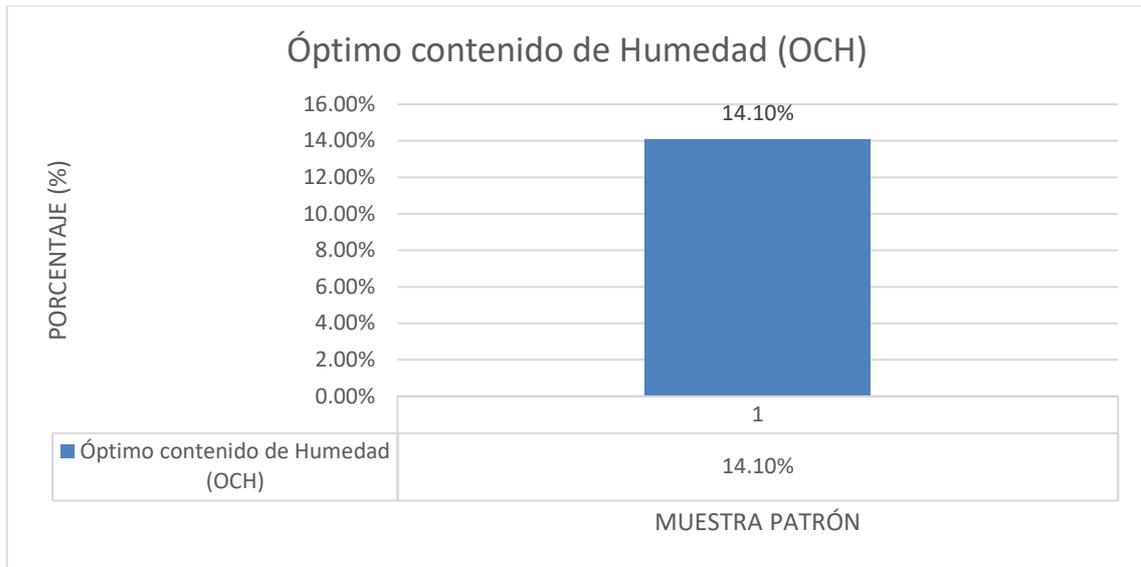


Figura 24. Grafico del Optimo Contenido de Humedad patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se gestionó el ensayo de próctor modificado en la muestra natural, donde el resultado arrojado fue un 14.10% de contenido de humedad.

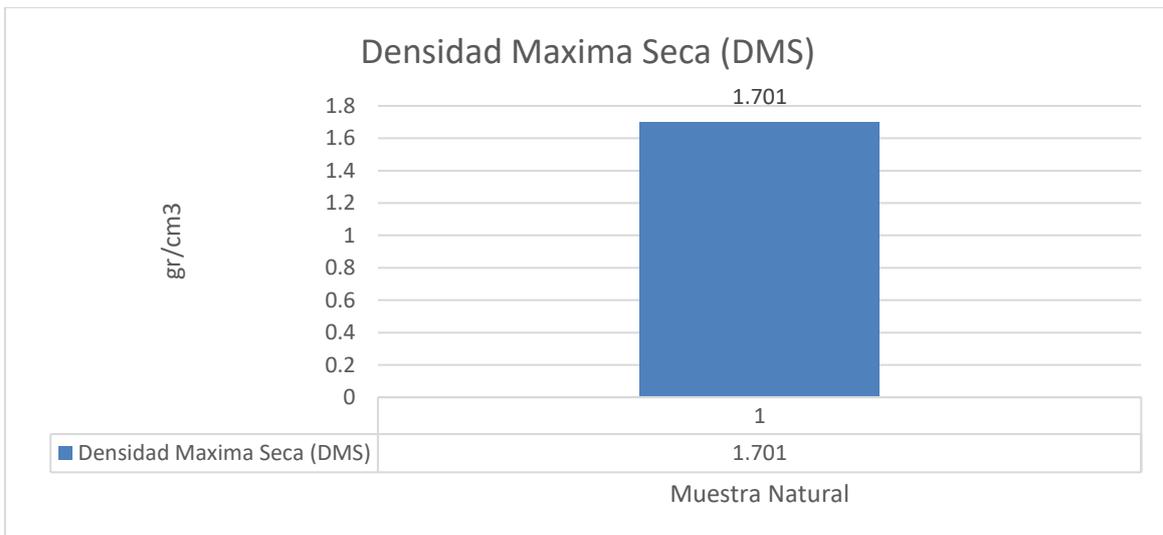


Figura 25. Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra patrón

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se gestionó el ensayo de Proctor modificado de la muestra natural donde el resultado arrojado fue un 1.701 gr/cm³ de máxima densidad seca.

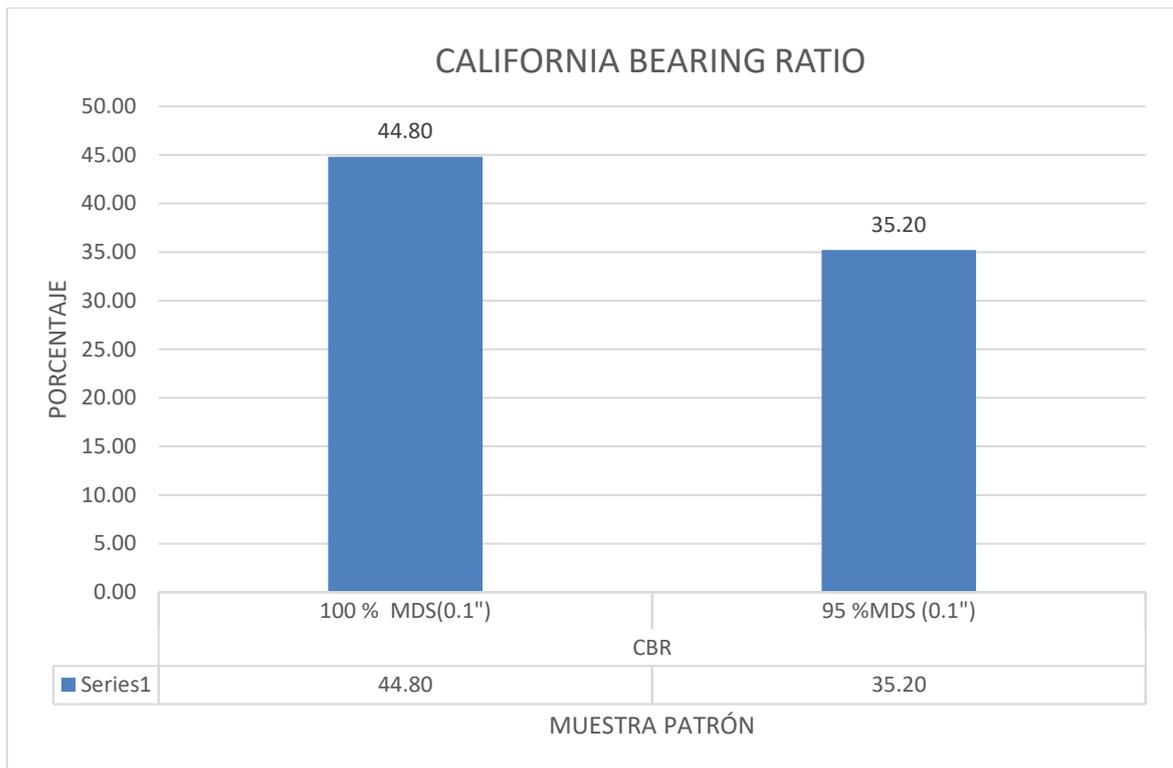


Figura 26. Gráfico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra patrón

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación.- Al ensayo de California Bearing Ratio (CBR) en referencial al suelo patrón que presentó una densidad de la máxima seca al 95% de 1.617g/cm³ y un contenido de humedad de 14.2%. Se llevó la muestra a saturación y se realizó la medición de su capacidad portante con una penetración (0.1'') el cual nos indica el CBR al 95% de la máxima densidad seca un 35.2% y CBR al 100% de la máxima densidad seca un 44.80%.

Estos resultados nos dan como muestra final que el suelo patrón es excelente para uso en la subrasante.

Objetivo 1:

Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante.



Figura 27. Ensayo de óptimo contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Ensayo índice de plasticidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. *Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad*

Muestra (C - 03)	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de plasticidad
M - Patrón	NP	NP	NP
Silicato de sodio 6.0%	NP	NP	NP
Silicato de sodio 6.5%	NP	NP	NP
Silicato de sodio 7.0%	NP	NP	NP
Cemento 2.0%	NP	NP	NP
Cemento 4.0%	NP	NP	NP
Cemento 6.0%	NP	NP	NP

Fuente. Elaboración propia



Figura 29. Plasticidad, con 6%, 6.5% y 7% (silicato de sodio) y 2%, 4% y 6% (cemento)

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 11 y figura 29, El suelo patrón no presentó plasticidad, al adicionar el silicato de sodio en un 6%, 6.5% y 7%, no presentó límite líquido, límite plástico y por tanto no presentó límite de plasticidad, asimismo con la adición de cemento al 2%, 4% y al 6% tampoco presentó resultados sobre la plasticidad de la muestra.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante.



Figura 30. Adición del 7% de silicato de sodio

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Ensayo de Proctor modificado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad

Muestra (C - 03)	Densidad Máxima seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
M - Patrón	1.701	14.100
Silicato de sodio 6.0%	1.751	14.900
Silicato de sodio 6.5%	1.743	15.600
Silicato de sodio 7.0%	1.738	14.800
Cemento 2.0%	1.715	14.500
Cemento 4.0%	1.721	14.300
Cemento 6.0%	1.733	14.000

Fuente. Elaboración propia

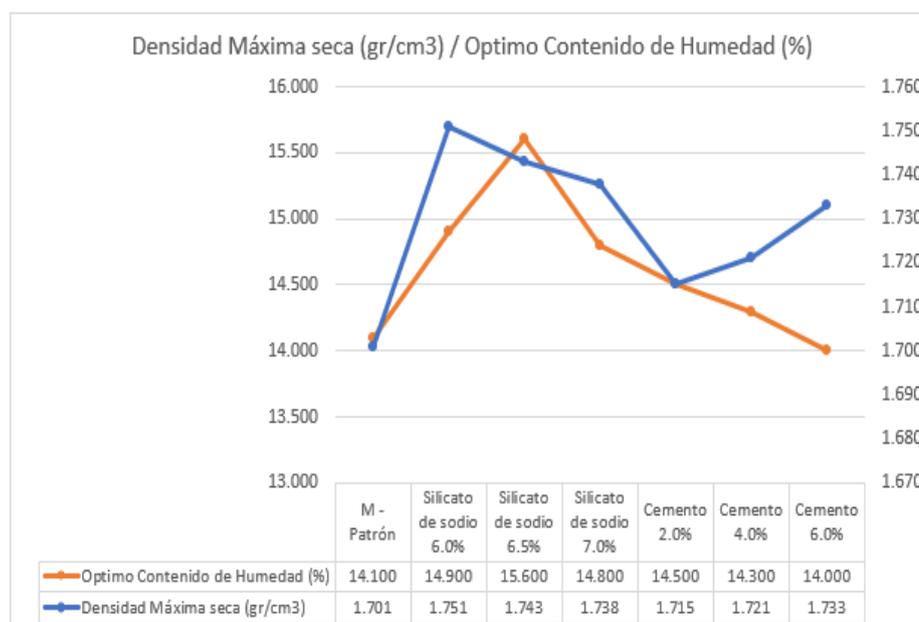


Figura 32. Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 12 y figura 32, Se observa la densidad máxima seca del suelo patrón fue 1.701gm/cm³ y al adicionar el silicato de sodio en un 6%, 6.5% y 7% la densidad fue de 1.751gm/cm³, 1.743gm/cm³ y 1.738gm/cm³ respectivamente, asimismo se adicionó el cemento al 2%, 4% y al 6% y su densidad máxima seca fue de 1.715gm/cm³, 1.721gm/cm³ y 1.733gm/cm³ respectivamente. Así también el óptimo contenido de humedad del suelo patrón fue de 14.1% y al adicionar el silicato de sodio en un 6%, 6.5% y 7% el óptimo contenido de humedad fue de 14.9%,

15.6% y 14.8% respectivamente, asimismo se adicionó el cemento al 2%, 4% y al 6% el óptimo contenido de humedad fue de 14.50%, 14.30% y 14.00% respectivamente.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante.



Figura 33. Moldes de CBR con adición del 6% de cemento.

Fuente: Elaboración propia

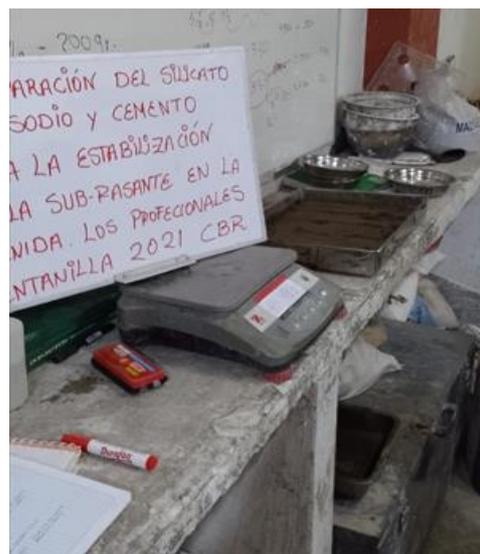


Figura 34. Ensayo de CBR con la suma de silicato de sodio y cemento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados de CBR

Muestra (C - 03)	CBR
	95 %MDS (0.1")
M – Patrón	35.20
Silicato de sodio 6.0%	68.10
Silicato de sodio 6.5%	106.00
Silicato de sodio 7.0%	81.20
Cemento 2.0%	85.30
Cemento 4.0%	112.50
Cemento 6.0%	131.50

Fuente. Elaboración propia

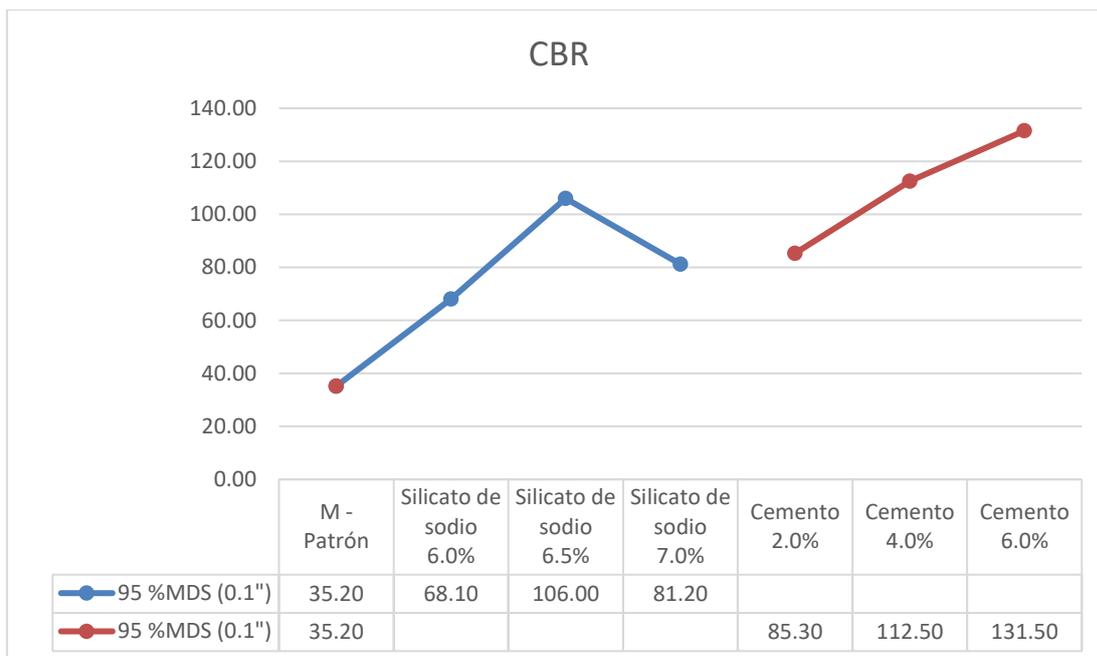


Figura 35. CBR suelo patrón más el 6%, 6.5% y 7% silicato de sodio y 2%, 4% y 6% de cemento

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 13 y figura 35, El CBR al 95% de la máxima densidad seca y con una penetración de carga del 0.1" (2.54mm) obtenemos del suelo patrón 35.20% y al adicionar el silicato de sodio en un 6%, 6.5% y 7% el resultado de CBR fue 68.10%, 106.00% y 81.20% respectivamente, asimismo con la dosificación de cemento al 2%, 4% y al 6% el resultado del CBR fue de 85.30%, 112.50% y 131.50%.

Diseño del espesor adecuado de estabilización

Para el diseño de espesor adecuado para la estabilización se emplearon los resultados de CBR obtenidos en el laboratorio con el suelo patrón y la suma del silicato de sodio y cemento en sus dos mejores resultados los cuales se muestran en el siguiente resumen de valores obtenidos.

Terreno natural + 6.0% Silicato de sodio	CBR 68.10%
Terreno natural + 6.5% Silicato de sodio	CBR 106.0%
Terreno natural + 6.0% Cemento	CBR 131.50%
Terreno natural + 4.0% Cemento	CBR 112.50%
Terreno natural	CBR 35.20%

Haciendo uso de la fórmula para la obtención del CBR ponderado:

$$CBR_P = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Donde:

CBR_P = CBR Ponderado

DS1 = Espesor de Suelo Estabilizado

DS2 = Espesor de Terreno Natural

CBR1 = CBR de Suelo Estabilizado

CBR2 = CBR de Terreno Natural

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.30m con el terreno natural + 6.0% de silicato de sodio con 68.1% de CBR.

$$CBR_{P \text{ (Silicato 6\%)}} = \frac{0.30^3 (68.1\%) + 1.20^3 (35.2\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P \text{ (Silicato 6\%)}} = 35.71\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.30m con el terreno natural + 6.5% de silicato de sodio con 106.00% de CBR.

$$CBR_{P \text{ (Silicato 6.5\%)}} = \frac{0.30^3 (106.0\%) + 1.20^3 (35.2\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P \text{ (Silicato 6.5\%)}} = 36.29\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.30m con el terreno natural + 6.0% de cemento con 131.5% de CBR.

$$CBR_{P \text{ (Cemento 6\%)}} = \frac{0.30^3 (131.5\%) + 1.20^3 (35.2\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P \text{ (Cemento 6\%)}} = 36.68\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.30m con el terreno natural + 4.0% de cemento con 112.5% de CBR.

$$CBR_P (\text{Cemento } 4\%) = \frac{0.30^3 (112.5\%) + 1.20^3 (35.2\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_P (\text{Cemento } 4\%) = 36.39\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.40m con el terreno natural + 6.0% de silicato de sodio con 68.1% de CBR.

$$CBR_P (\text{Silicato } 6\%) = \frac{0.40^3 (68.1\%) + 1.10^3 (35.2\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_P (\text{Silicato } 6\%) = 36.71\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.40m con el terreno natural + 6.5% de silicato de sodio con 106.00% de CBR.

$$CBR_P (\text{Silicato } 6.5\%) = \frac{0.40^3 (106.0\%) + 1.10^3 (35.2\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_P (\text{Silicato } 6.5\%) = 38.45\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.40m con el terreno natural + 6.0% de cemento con 131.5% de CBR.

$$CBR_P (\text{Cemento } 6\%) = \frac{0.40^3 (131.5\%) + 1.10^3 (35.2\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_P (\text{Cemento } 6\%) = 39.62\%$$

Espesor de estabilización para una profundidad de 0.40m con el terreno natural + 4.0% de cemento con 112.5% de CBR.

$$CBR_P (\text{Cemento } 4\%) = \frac{0.40^3 (112.5\%) + 1.10^3 (35.2\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_P (\text{Cemento } 4\%) = 38.75\%$$

Se presenta el comparativo de los CBRp obtenidos en los cálculos para un espesor de 0.30m.

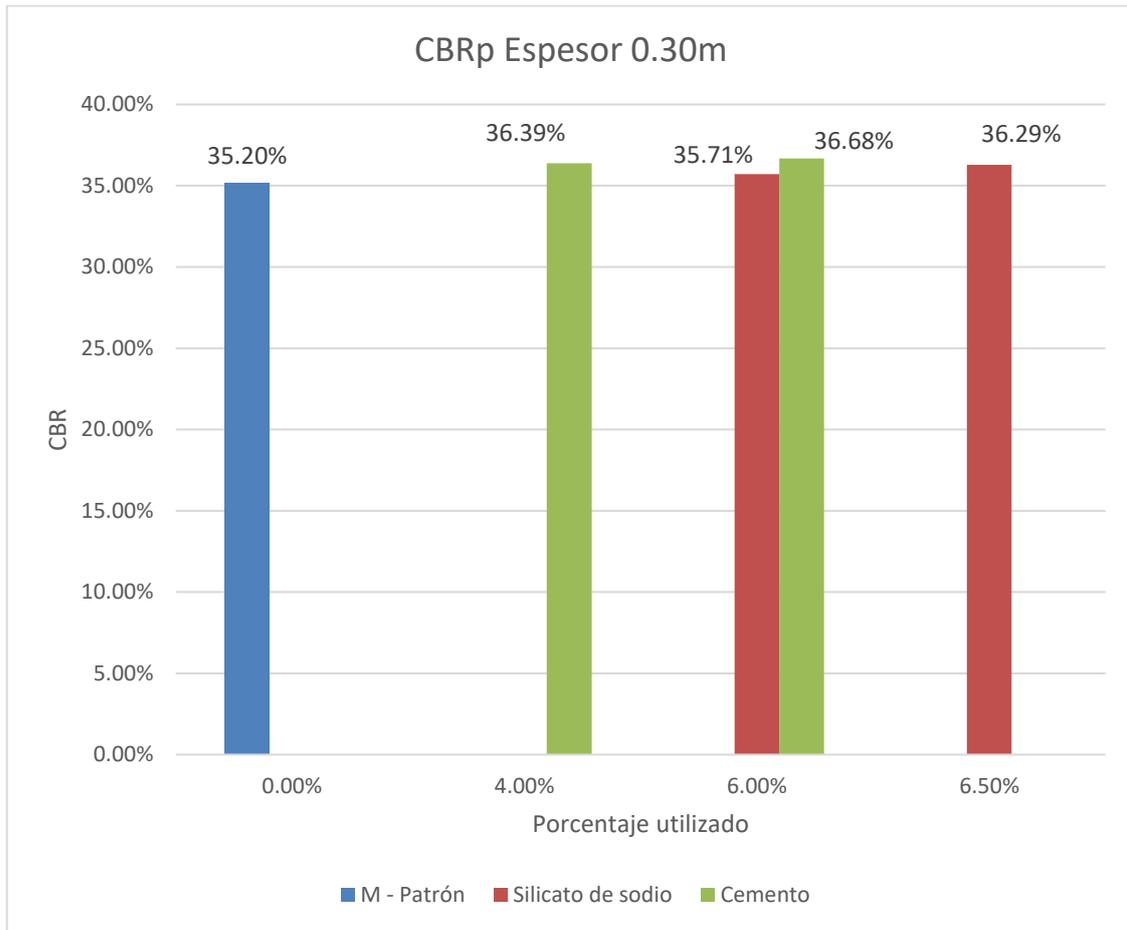


Figura 36. CBRp con 0.30 m de estabilización

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 36, se realizó los cálculos para los estratos estabilizados de 0.30m, los valores obtenidos para el suelo patrón + 6% de silicato de sodio el CBRp es 35.71%, para el suelo patrón + 6.5% de silicato de sodio el CBRp es 36.29%, así también con el suelo patrón + 6% de cemento el CBRp es 36.68% y con el suelo patrón + 4% de cemento el CBRp es 36.39%.

Se presenta el comparativo de los CBRp obtenidos en los cálculos para un espesor de 0.40m.

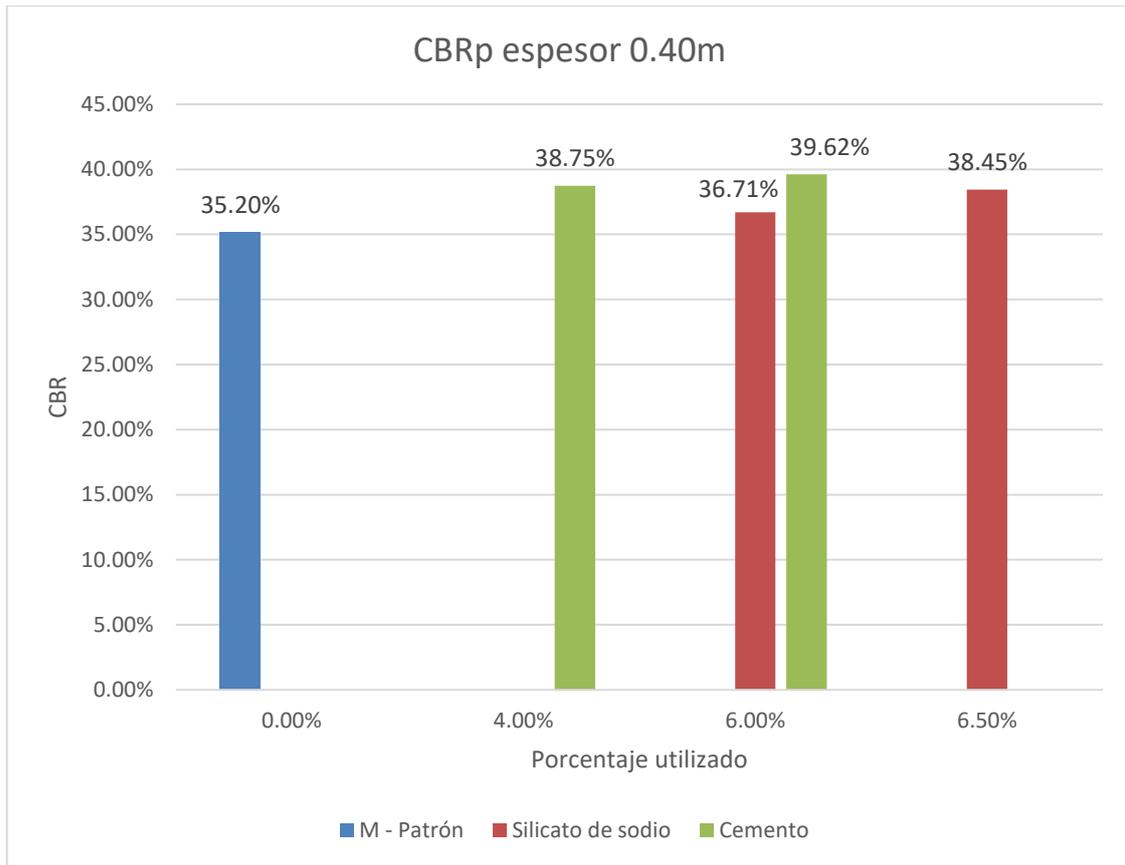


Figura 37. CBRP con 0.40 m de estabilización

Fuente. Elaboración propia

Según la figura 37, se realizó los cálculos para los estratos estabilizados de 0.40m, los valores obtenidos para el suelo patrón + 6% de silicato de sodio el CBRp es 36.71%, para el suelo patrón + 6.5% de silicato de sodio el CBRp es 38.45%, así también con el suelo patrón + 6% de cemento el CBRp es 39.62% y con el suelo patrón + 4% de cemento el CBRp es 38.75%.

Los resultados obtenidos cumplen con las indicaciones realizadas por el MTC en referencia al suelo estabilizado de subrasante con $CBR \geq 6\%$ bajo la condición AASHTO.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio (6%, 6.5% y 7%) y el cemento (2%, 4% y 6%) en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

Álvarez y Rojas (2020) en su investigación utilizaron el 3% de silicato de sodio en este caso se pudo apreciar que la reducción más notable fue de la plasticidad, el agente que tuvo mejor efecto sobre el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, dando como resultado reducciones del 27%, 26% y 83.3% respectivamente. Luego de realizarse los ensayos de índice de plasticidad con el suelo patrón sin silicato de sodio, el resultado obtenido fue la no presencia de IP y luego de ello, al adicionar el silicato de sodio en 6% (NO PRESENTA), 6.5% (NO PRESENTA) Y 7% (NO RESENTA), resultados que no mostraron cambios en el índice de plasticidad obtenidos inicialmente con ninguno de los 3 porcentajes. Con el porcentaje añadido de los antecedentes los resultados obtenidos no fueron favorables puesto se redujo los porcentajes de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. En la investigación presentada no obtuvimos resultados a pesar de realizar los ensayos con diferentes dosificaciones del silicato de sodio. García (2019) en su investigación utilizó el 12% de cemento de forma directa al suelo elegido, obteniendo la reducción del índice de plasticidad el cual en la muestra con 0% de cemento arrojó un resultado de 15.1% y una reducción a 12.75% con el 12% de cemento. Luego de realizarse los ensayos de índice de plasticidad con el suelo patrón sin cemento, el resultado obtenido fue la no presencia de IP y luego de ello, al adicionar el silicato de sodio en 6% (NO PRESENTA), 6.5% (NO PRESENTA) Y 7% (NO RESENTA), resultados que no mostraron cambios en el índice de plasticidad obtenidos inicialmente con ninguno de los 3 porcentajes. Con la adición de cemento de los antecedentes no se obtuvo los resultados favorables pues se redujo el índice de plasticidad. Y en la presente investigación, tampoco se alcanzó la plasticidad buscada, a pesar que se incrementaba la cantidad de cemento, contrariamente los resultados continuaban sin generar cambios en el índice de plasticidad.

Discusión 2: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio (6%, 6.5% y 7%) y el cemento (2%, 4% y 6%) en la máxima densidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

Álvarez y Rojas (2020) en su investigación agregaron el 3% de silicato de sodio al suelo patrón que presentó una máxima densidad seca de 1.423 g/cm³ y con el silicato de sodio tuvo un incremento del 12.58% alcanzando una máxima densidad seca de 1.602 g/cm³. Luego de realizarse los ensayos de máxima densidad seca con el suelo patrón sin silicato de sodio, el resultado obtenido fue 1.701 g/cm³ y luego de ello, al adicionar el silicato de sodio en 6% (1.751 g/cm³), 6.5% (1.743 g/cm³) y 7% (1.738 g/cm³), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6% quien lo incrementó hasta un 1.751 g/cm³. Con el porcentaje añadido de los antecedentes los resultados obtenidos fueron favorables puesto se incrementó los porcentajes de máxima densidad seca. En la investigación presentada obtuvimos resultados favorables también con las 3 dosificaciones utilizadas. Chukwujindu (2019) en su investigación agregó porcentajes del (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) de cemento directamente a la muestra de suelo, obteniendo que todos los resultados para su máxima densidad seca fueron superiores a 1.90 g/cm³ con excepción del 10% (1.87% g/cm³) el pico del resultado se obtuvo con el 8% (2.10 g/cm³). Luego de realizarse los ensayos de máxima densidad seca con el suelo patrón sin cemento, el resultado obtenido fue 1.701 gm/cm³ y luego de ello, al adicionar el cemento en 2% (1.715 g/cm³), 4% (1.721 g/cm³) y 6% (1.733 g/cm³), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6% quien lo incrementó hasta un 1.733 g/cm³. Con el cemento de los antecedentes se presentaron resultados favorables, sin embargo, no en todo momento se incrementó los valores de la máxima densidad seca. Y en la presente investigación, también se alcanzó valores que superaron los resultados iniciales y esto sucedió con los 3 porcentajes incrementando el valor de la máxima densidad seca.

Discusión 3: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio (6%, 6.5% y 7%) y el cemento (2%, 4% y 6%) en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

Álvarez y Rojas (2020) en su investigación agregaron el 3% de silicato de sodio al suelo patrón que presentó un óptimo contenido de humedad de 9.9% y con el silicato de sodio tuvo un incremento del 36.36% alcanzando un óptimo contenido de humedad de 13.50%. Luego de realizarse los ensayos de óptimo contenido de humedad con el suelo patrón sin silicato de sodio, el resultado obtenido fue 14.1% y luego de ello, al adicionar el silicato de sodio en 6% (14.9%), 6.5% (15.6%) y 7% (14.8%), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6.5% quien lo incrementó hasta un 15.6%. Con el porcentaje añadido de silicato de sodio de los antecedentes los resultados obtenidos fueron favorables puesto se incrementó los porcentajes de óptimo contenido de humedad. En la investigación presentada obtuvimos resultados favorables también con las 3 dosificaciones utilizadas. García (2019) en su investigación utilizó el 4% de cemento directamente al suelo elegido, obteniendo la reducción del óptimo contenido de humedad el cual en la muestra con 0% de cemento arrojó un resultado de 1.7035% y una reducción a 16.5% con el 4% de cemento. Luego de realizarse los ensayos de óptimo contenido de humedad con el suelo patrón sin cemento, el resultado obtenido fue 14.1% y luego de ello, al adicionar el cemento en 2% (14.50%), 4% (14.30%) y 6% (14.00%), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6% quien lo redujo hasta un 14.00%.

Con el cemento de los antecedentes se obtuvo resultados favorables, se mejoraron los valores del óptimo contenido de humedad. Y en la presente investigación, también se alcanzaron valores que superaron los resultados iniciales y esto sucedió con los 3 porcentajes mejorando el valor del óptimo contenido de humedad.

Discusión 4: Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio (6%, 6.5% y 7%) y el cemento (2%, 4% y 6%) en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022.

Neeladharan [et al]. (2018) en su investigación agregaron el 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de silicato de sodio al suelo patrón que presentó una resistencia al esfuerzo cortante con CBR de 1.51% y con el silicato de sodio al 2.5% (3.86%), 5% (7.03%), 7.5% (11.83%) y 10% (16.24%) resultados que mostraron el mejor resultado con el 10% de silicato de sodio al 16.24%. Luego de realizarse los ensayos de resistencia

al esfuerzo cortante con el suelo patrón sin silicato de sodio, el resultado obtenido fue con el 35.20% y luego de ello, al adicionar el silicato de sodio en 6% (68.10%), 6.5% (106.00%) y 7% (81.20%), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6.5% quien mostró un incremento hasta un 106.0%. Con el porcentaje añadido de silicato de sodio de los antecedentes los resultados obtenidos fueron favorables puesto se incrementó los porcentajes de resistencia al esfuerzo cortante. En la investigación presentada obtuvimos resultados favorables también con las 3 dosificaciones utilizadas. Ramírez y Guerra (2021) en su investigación utilizaron el 4%, 8% y 12% de cemento directamente al suelo elegido, obteniendo la mejora del CBR el cual en la muestra con 0% de cemento arrojó un resultado de 4% y un incremento con 4% (7.70%), 8% (13.90%) y 12% (22.50%) mejorando los resultados de CBR al 95%, teniendo mejor resultado con el 12% de cemento con un CBR de 22.50%. Luego de realizarse los ensayos de resistencia al esfuerzo cortante con el suelo patrón sin cemento, el resultado obtenido fue 14.1% y luego de ello, al adicionar el cemento en 2% (85.3%), 4% (112.5%) y 6% (131.5%), resultados que mostraron cambios que superaron el valor del suelo patrón, siendo el mejor resultado el de 6% quien mostró un incremento hasta 131.5%. Con el cemento de los antecedentes se obtuvo resultados favorables, se mejoraron los valores de la resistencia al esfuerzo cortante. Y en la presente investigación, también se alcanzaron valores que superaron los resultados iniciales y esto sucedió con los 3 porcentajes mejorando la resistencia al esfuerzo cortante.

VI. CONCLUSIONES

Analizar la influencia del silicato de sodio y el cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022

Objetivo General, Se evaluó que, la estabilización de la Subrasante con silicato de sodio y cemento, generan mejoras en las propiedades de la subrasante del terreno encontrado en la avenida Los Profesionales, Ventanilla, evaluando la mejora en las propiedades físicas y mecánicas: 1) si bien no se verificaron cambios en los resultados del límite plástico del límite líquido tampoco el índice de plasticidad en los Límites de Atterberg; 2) al incrementar la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad y 3) al incrementar la resistencia al esfuerzo cortante en el ensayo realizado.

Objetivo Específico 1, Se dispuso que con el silicato de sodio mostró dependencia en los ensayos del índice de plasticidad, siendo que no presentó influencia en el resultado inicial , resultando de un NP (no presenta) del terreno natural pasando a un NP luego de añadir el 6%, 6.5% y 7% de silicato de sodio; Por lo tanto, la influencia del silicato de sodio en la mejora de la subrasante, no está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto al índice de plasticidad, el cual queda comprobado así también, Con el cemento no mostró dependencia en el índice de plasticidad, por el contrario se mantuvo en NP del terreno natural al incorporarle un 2%, 4% y 6% de cemento; por lo tanto, la influencia del cemento en el índice de plasticidad no muestra cambios, en los porcentajes propuestos.

Objetivo Específico 2, Se dispuso que con el silicato de sodio mostró dependencia en los ensayos de máxima densidad seca, siendo que se presentó influencia en el resultado inicial , pasando de un 1.701 g/cm³ del terreno natural a un 1.751 g/cm³ mediante la incorporación del 6% de silicato de sodio; Por lo tanto, la influencia del silicato de sodio en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la máxima densidad seca, el cual queda comprobado así también, Con el cemento no mostró dependencia en la máxima densidad seca, por otro lado también se tiene al cemento con un resultado de 1.733 g/cm³ del terreno natural al incorporarle un 6% de cemento; por lo tanto, la influencia del cemento en la subrasante muestra cambios favorables, en los porcentajes propuestos, con respecto a la máxima densidad seca.

Objetivo Específico 2, Se dispuso que con el silicato de sodio mostró dependencia en los ensayos de óptimo contenido de humedad, ya que se presentó influencia en el resultado inicial , pasando de un 14.1% del terreno natural a un 14.8% mediante la incorporación del 7% de silicato de sodio; Por lo tanto, la influencia del silicato de sodio en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto al óptimo contenido de humedad, el cual queda comprobado. Así también, Con el cemento mostró dependencia en el óptimo contenido de humedad, con un resultado de 14.0% del terreno natural al incorporarle un 6% de cemento; por lo tanto, la influencia del cemento en la subrasante muestra cambios favorables, en los porcentajes propuestos, con respecto al óptimo contenido de humedad.

Objetivo Específico 3, Se dispuso que con el silicato de sodio mostró dependencia en los ensayos de resistencia al esfuerzo cortante, ya que se presentó influencia en el resultado inicial , pasando de un 35.20% del terreno natural a un 106.0% mediante la incorporación del 6.5% de silicato de sodio; Por lo tanto, la influencia del silicato de sodio en la mejora de la subrasante, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia al esfuerzo cortante, el cual queda comprobado. Así también, con el cemento mostró dependencia en la resistencia al esfuerzo cortante, por otro lado, también se tiene al cemento con un resultado de 131.5% del terreno natural al incorporarle un 6% de cemento; por lo tanto, la influencia del cemento en la subrasante muestra cambios favorables, en los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia al esfuerzo cortante.

De acuerdo con los resultados obtenidos en referencia al CBRp en espesores de 0.30m y 0.40m concluimos que el mejor resultado se obtiene con el estrato de 0.30m empleando el 6% de cemento con un resultado de 36.68%, cumpliendo con lo establecido por el MTC referente a un $CBR \geq 6\%$.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, En la investigación realizada y luego de la elección de porcentajes de silicato de sodio y cemento con valores que fluctúa de un 6% a 7% y de 2% a 6% respectivamente, no se obtuvo valores de índice de plasticidad; para dar continuación en una investigación futura recomendamos no incrementar ni disminuir valores siendo que no presenta plasticidad (IP) para el tipo de suelo que presentamos en este caso arena.

Objetivo Específico 2, En la investigación realizada y luego de la elección de porcentajes de silicato de sodio y cemento con valores que fluctúa de un 6% a 7% y de 2% a 6% respectivamente, en todas ellas se logró la mejora de la máxima densidad seca; para dar continuación en una investigación futura recomendamos el incremento del 6%, la inclusión del silicato de sodio y cemento, para conocer si la mejora de la máxima densidad seca continúa, hasta encontrar el valor favorable, que inicie la disminución de la máxima densidad seca. Así mismo en todas ellas con referencia al contenido de humedad no se logró la disminución; para dar continuación en una investigación futura recomendamos disminuir el porcentaje menor al 6%, la suma del silicato de sodio y cemento, para conocer si continúa el incremento del óptimo contenido de humedad, hasta conocer el valor favorable, que inicie la disminución del Contenido Humedad.

Objetivo Específico 3, En la investigación realizada y luego de la elección de porcentajes de silicato de sodio y cemento con valores que fluctúa de un 6% a 7% y de 2% a 6% respectivamente, en todas ellas se logró la mejora de la resistencia al esfuerzo cortante; para dar continuación en una investigación futura recomendamos incrementar el 6%, la suma del silicato de sodio y cemento, para conocer si continúa el incremento de la resistencia al esfuerzo cortante, hasta dar con el valor tope, que presente el inicio de la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante.

De acuerdo con los resultados obtenidos en referencia al CBRp y para dar continuación en una investigación futura recomendamos utilizar el cemento con un porcentaje entre 4 y 6% a una profundidad de 0.30m de subrasante debido a que a mayor profundidad los valores se reducen.

REFERENCIAS

1. ESTABILIZACIÓN de suelos con cal [en línea]. Valencia: Yepes, V., (8 de febrero del 2021). [Fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Recuperado de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/02/08/estabilizacion-de-suelos-con-cal/>
2. ESTABILIZACIÓN de caminos: Refuerzo ecológico [Mensaje en un blog]. Brasil: Guimarães, L., (18 de mayo de 2022). [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2022]. Recuperado de <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/estabilizacion-de-caminos-refuerzo-ecologico/8020640.article>
3. REVISTA de geología aplicada a la ingeniería y al ambiente [En línea]. ASAGAI, 2018 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en <https://www.editoresasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/137/118>
ISSN 2422-5703
4. UNA alternativa ecológica para estabilizar suelos [Mensaje en un blog]. Lima: Guardia, J., (2 de septiembre de 2019). [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2022]. Recuperado de <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-civil/noticias/una-alternativa-ecologica-para-estabilizar-suelos>
5. HANCCO, Juan. Estabilización de Suelos Cohesivos con Cal y Cemento para Mejorar la Subrasante de la Avenida Santa Rosa, Puno, 2021. Tesis (Ingeniero civil) Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80083?show=full>
6. CHÁVEZ, Angelo. Silicato de sodio para la estabilización de suelos en la trocha la menta km 00+000 - garabato km 1+430 distrito de las lomas-provincia y departamento de Piura. Tesis (Ingeniero civil) Piura: Universidad nacional de Piura. 2021. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2704>
7. ALVAREZ, Brian y ROJAS, Luis. Aplicación de temáticas en ingeniería civil comparación de las alternativas de estabilización con cal, Cemento, silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias con presencia de arcilla. Villavicencio: Universidad católica. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32040/2021brianalvarez.pdf?sequence=14&isAllowed=y>

8. GARCIA, Jonatan. Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. Tesis (Ingeniero civil) Bogotá: Universidad católica de Colombia, 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>
9. PRASANNA P. Kulkarni, J.N. Mandal b. Strength evaluation of soil stabilized with nano-silica-cement mixtures as road construction materials. [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en: Strength evaluation of soil stabilized with nano silica- cement mixes as road construction material | Lector mejorado de Elsevier
10. GUERRERO, Renzo. Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% y 25%. Tesis (Ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2019. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22300>
11. GUERRERO, Renzo. Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% y 25%. Tesis (Ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2019. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22300>
12. RAMIREZ, Perseo y Guerra, Epifanio. Estabilización de la subrasante con cemento pórtland y su influencia en el diseño del pavimento flexible, en el camino vecinal, morales - polvoraico, en el distrito de morales, provincia y región san martín – 2020. Tesis (Ingeniero civil) Tarapoto: Universidad científica del Perú, 2021. Disponible en <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1430/RAMIREZ%20PINCH%20PERSEO%20Y%20GUERRA%20S%20INCHEZ%20EPIFANIO%20FELIM%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. BRIONES, Alejandra. Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados. Tesis (Ingeniero civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14071>
14. Al-Rkaby [et al]. Geotechnical characterization of sustainable geopolymers improved soil. Journal of the Mechanical Behavior of Materials [en línea]. 2022. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en:

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jmbm-2022-0044/html> ISSN: 2191-0243

15. E. M. Gonnade, y S. V. Joshi. Stabilization of Expansive Soil Using Chemical Stabilizer with Cement. Helix [en línea]. Febrero 2020, Vol. 10. n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en <https://helixscientific.pub/index.php/Home/article/view/64> ISSN: 2319-5592
16. CHUKWUJINDU, Osadebe. Modelling of some geotechnical properties of lateritic soil stabilized with cement and microsilica for use as pavement material. Tesis (Ingeniero civil). 2019. Disponible en: <http://repository.unn.edu.ng/bitstream/handle/123456789/9123/main%20thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. JARDIN, Daniel. Estabilização de solo tropical argiloso com cimento e zeólito sintético como solução em pavimentação no amazonas. Tesis (Ingeniero civil) Manaus: Universidade federal do amazonas, 2018. Disponible en: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6431/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Daniel%20Almeida.pdf
18. Javadzadeh, Pouya. The effects of sodium silicate on stabilization of organic soil [en línea]. Vol. 12, Irán; Tabriz. 2021. 1775 pp. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://turcomat.org/index.php/turkbilmomat/article/view/10521/7916>
19. FANG, Hsai-Yang. Foundation engineering handbook. [En Línea], 2da ed. New York, 1991. 326 pp.: [fecha de consulta: 14 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=vDboBwAAQBAJ&pg=PA326&dq=SOIL+STABILIZATION+WITH+SODIUM+SILICATE+manual&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiXlaWt7sT7AhUsLLkGHW7UD5MQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=SOIL%20STABILIZATION%20WITH%20SODIUM%20SILICATE%20manual&f=false> ISBN: 978-4757-5271-7
20. BASSO, Andrés y CONCI, Federico. Producción conjunta de silicato de sodio y derivados. [En Línea], 2007. 5 pp.: [fecha de consulta: 17 de septiembre del 2021]. Disponible en: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/PPI-CAI/ppi2006.pdf>

21. RIVVA, Enrique. Naturaleza y Materiales del concreto. [En línea] 1 era ed. Perú; Lima 2000. 31 pp. [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/63290940/rivva-e-naturaleza-y-materiales-del-concreto-1ra-ed-2000>
22. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Soil-cement inspector's manual. [En línea] Estados Unidos; Illinois 2001. 4 pp. [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.cement.org/docs/default-source/th-paving-pdfs/soil_cement/pa050-03_reduced-size.pdf
23. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. CE 020 Estabilización de suelos y taludes [En línea]. El peruano. PE. 9 de noviembre del 2012. 4 pp. [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/rne2006_normatividad.htm
24. Ministerio de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. [En línea]. Perú: Lima, 2014. 92 pp. [fecha de consulta: 18 septiembre del 2021]. Disponible en: http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
25. BRAJA, M. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. [En Línea], 4ta ed, México: D.F, 2015. 266 pp. [fecha de consulta: 20 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das
ISBN: 9786075193731
26. La Federación Interamericana del cemento, Suelo – Cemento [En Línea]. 2008. 1 pp. [Fecha de consulta: 21 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.imcyc.com/ct2008/mar08/ingenieria.htm>
27. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. CE 0.10 pavimentos urbanos [En línea]. Perú: Lima, 2010. pp. 34-35. [fecha de consulta: 10 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365614/14%20CE.010%20PA>

VIMENTOS%20URBANOS%20DS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf?v=1636051827

28. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 67 pp. [fecha de consulta: 23 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
29. JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. 5ta. Ed. México, 2011. 132 pp. ISBN:9681800699
30. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. Pp. 67-68. [fecha de consulta: 25 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
31. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 72 pp. [fecha de consulta: 27 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
32. Ministerio de obras hidráulicas, Manual de carreteras. [En línea]. Chile: 2018. 351 pp. [fecha de consulta: 01 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.ondac.com/601/articles-59867_doc_pdf.pdf
33. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 72 pp. [fecha de consulta: 27 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
34. Ministerio de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos. [En línea]. Perú: Lima, 2014. 33 pp. [fecha de consulta: 27 septiembre del 2021]. Disponible en: http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-

14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

35. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. pp 49-50. [fecha de consulta: 02 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
36. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 105 pp. [fecha de consulta: 07 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
37. Ministerio de obras hidráulicas, Manual de carreteras. [En línea]. Chile: 2018. 360 pp. [fecha de consulta: 07 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.ondac.com/601/articles-59867_doc_pdf.pdf
38. BRAJA, M. Advanced soil mechanics. [En Línea], 5ta ed, 2019. 57 pp. [fecha de consulta: 11 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=QQqWDwAAQBAJ&pg=PA57&dq=modified+proctor+compaction+test&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjHgZPVwL37AhXtJrkGHYdbDukQ6AF6BAgJEA#v=onepage&q=modified%20proctor%20compaction%20test&f=false>
ISBN: 9780815379133
39. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. pp 105-106 [fecha de consulta: 12 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
40. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 248 pp. [fecha de consulta: 12 de octubre del 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

41. Departments of the army, The navy and The air force. Materials testing. [En línea]. Washington, D.C 1971. 91 pp. [fecha de consulta: 12 de octubre del 2021]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=R4YI5sMhlu8C&pg=SA2-PA87&dq=Soil+Weighted+CBR&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjmlK3Q4sr7AhWLO7kGHRhNAQcQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=Soil%20Weighted%20CBR&f=false>
42. HOYOS, Laureano y SHEHATA, Hany. Advancements in unsaturated soil mechanics. [En Línea], USA; Texas, 2019. 142 pp. [fecha de consulta: 14 de octubre del 2021]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=Oie7DwAAQBAJ&pg=PA142&dq=california+bearing+ratio+soil+definition+2020&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjawejgu7_7AhX2GbkGHd3ND88Q6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=california%20bearing%20ratio%20soil%20definition%202020&f=false
ISBN: 9783030342050
43. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. [En línea]. Perú: Lima. Mayo del 2016. 248 pp. [fecha de consulta: 20 de octubre del 2021]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
44. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [En línea], 3era ed. 2017. 18 pp. México: PATRIA. [fecha de consulta: 22 de octubre de 2021]. Disponible en:
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
ISBN: 978-607-744-748-1
45. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. [En línea]. 6ta ed. 2014. 151 pp. México: México DF. [fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0

46. BORJA, Manuel. Metodología de la Investigación para Ingenieros. [En línea] Perú; Chiclayo, 2016. 23 pp. [fecha de consulta: 30 de octubre de 2021] Disponible en: <https://studylib.es/doc/8929463/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ingenieros>
47. Medina, Norma. Las variables complejas en investigaciones pedagógicas. [En línea] Perú; San Martín 2015. 11 pp. [fecha de consulta: 30 de octubre de 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467646280012>
ISSN: 2225-7136
48. CARMO, Hermano y FERREIRA, Manuela. Metodologia da Investigação—Guia para Auto-aprendizagem. [En Línea], 2da ed, Portugal: Lisboa, 2008. 209 pp. [fecha de consulta: 03 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39595889/MIC-Carmo_e_Ferreira-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669064094&Signature=EP78kJsy4mmhn8Q9~KI1fUFE33Ac7WT9s4XIZq-j9DGvbYvq4o1g-t~jiS8Qj3JRWPvs8uCvK18yykF4T66L7y800VndsTkIVYADOSU1mKIC3pHgKN56K0TmNHNopRawpFeXXQBThX7AvXUhQzygUQ3EdsfBIBqk4FwTTVhMnatdy5~Of3dneSu5fHH8W~bNx8yAhP-yklefHBcdmyPMnRoF5R5Z7fLqEAu7KTAcNBpsPDFjPdcOEO94ZpN1O7p~Bp9OOzy48NgfOK1usCXgkqf50c-ctMhETcYofnJZB-VbN1AJKMkhjEVhLXXKls90PdkR7tLM9p3v3fETIEiwmw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
ISBN: 978-972-674-512-9
49. POLITANO, Michael, WALTON, Robert y PARRISH, Audrey. Statistics and research methodology. [En línea]. 3era ed. 2018. 69 pp. [fecha de consulta: 04 de noviembre de 2021]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=pcZqDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=population+meaning+in+statistics&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=population%20meaning%20in%20statistics&f=false
ISBN: 978-0-692-16659-8
50. CARMO, Hermano y FERREIRA, Manuela. Metodologia da Investigação—Guia para Auto-aprendizagem. [En Línea], 2da ed, Portugal: Lisboa, 2008. 2018 pp. [fecha de consulta: 06 de noviembre del 2021]. Disponible en:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39595889/MIC-Carmo_e_Ferreira-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669064094&Signature=EP78kJsy4mmhn8Q9~KI1fUFE33Ac7WT9s4XIZq-j9DGvbYvq4o1g-t~jiS8Qj3JRWPvs8uCvK18yykF4T66L7y800VndsTkIVYADOSU1mKIC3pHgKN56K0TmNHNopRawpFeXXQBThX7AvXUhQzygUQ3EdsfBIBqk4FwTTVhMnatdy5~Of3dneSu5fHH8W~bNx8yAhP-ykIefHBcdmyPMnRoF5R5Z7fLqEAu7KTAcNBpsPDFjPdcOEO94ZpN1O7p~Bp9OOzy48NgfOK1usCXgkqf50c-ctMhETcYofnJZB-VbN1AJKMkhjEVhLXXKLS90PdkR7tLM9p3v3fETIEiwmw___&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
ISBN: 978-972-674-512-9

51. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. [En línea]. 6ta ed.2014. 183 pp. México: México DF. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2021]. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

52. CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. [En línea] 2018. 5 pp. [Fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

ISBN: 978-9942-765-44-4

53. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. [En línea]. 6ta ed.2014. 199 pp. México: México DF. [fecha de consulta: 08 de noviembre de 2021]. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

54. ÑAUPAS, Humberto, MEJIA, Elias, NOVOA, Eliana y VILLAGOMEZ, Alberto. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. [En línea]. 4ta ed.2014. 277 pp. Colombia: Bogotá. [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a->

de-la-investigaciocc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redacciocc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf

ISBN: 978-958-762-188-4

55. ÑAUPAS, Humberto, MEJIA, Elias, NOVOA, Eliana y VILLAGOMEZ, Alberto. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. [En línea]. 4ta ed.2014. 276 pp. Colombia: Bogotá. [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redacciocc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>

ISBN: 978-958-762-188-4

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de las variables.

TÍTULO: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los Profesionales, Ventanilla 2022

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Silicato de sodio y Cemento	Producto sirve para la solidificación de los suelos que al combinarse forma un gel insoluble el cual sella y cementa el terreno poroso. (Basso y otros, 2007, p. 5)	Cantidad del silicato del sodio es representada en porcentajes con relación al peso del suelo	Dosificación del silicato de sodio	6.0%	Razón
				6.5%	
				7.0%	
	El cemento es añadido al suelo para mejorar sus propiedades mecánicas, con la única condición de no llegar a la rigidez siendo parecido al concreto hidráulico, así mismo se debe variar un porcentaje de 6% a 14% para la estabilización de tipo rígida alcanzando aumentar el comportamiento de la base, de esa manera crece su módulo de elasticidad esquivando la rotura de dicha capa. (Vivienda, 2012, p. 4)	Cantidad del Cemento es representada en porcentajes con relación al peso del suelo	Dosificación del cemento	2.0%	Razón
				4.0%	
				6.0%	
Estabilización mejoraría la resistencia, durabilidad, insensibilidad al agua, etc. Pudiendo usar terrenos de características marginales como subrasante o en estratos inferiores de los estratos de rodadura y terrenos granulares, así mismo mediante un CBR menor a lo requerido o de estabilidad insuficiente. (Braja, 2014, p. 266).	La estabilización de suelo será medida respecto a sus propiedades del suelo, lo cual estará en estado húmedo y después será secado en el horno Límite de consistencia, densidad máxima seca, resistencia al esfuerzo cortante.	Límites de Consistencia	(%)	Razón	
			Óptimo contenido de humedad y máxima Densidad seca	(%) y (gr/cm ³)	Razón
			Resistencia al esfuerzo cortante	(%)	Razón

ANEXO 2: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los Profesionales, Ventanilla 2021 Ventanilla 2022

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable 1: SILICATO DE SODIO	Dosificación: Silicato de sodio por peso seco de la muestra	6.00 % 6.50% 7.00%	Ficha de recolección de datos	Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativo El diseño de la investigación Experimental El nivel de la investigación: Cuasi experimental Población: 3 Calicatas Muestra: 1 Calicata Muestreo: No probabilístico
¿De qué manera influye el silicato de sodio y cemento en la estabilización de la subrasante en la avenida los Profesionales, Ventanilla 2022?	analizar la influencia del silicato de sodio y el cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022	El silicato de sodio y el cemento influye positivamente en la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022					
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable 3: ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE	Propiedades Físicas	Índice de plasticidad (%)	Ensayo de índice de plasticidad ASTM D4318	
¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022?	Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022	El silicato de sodio y el cemento influye en el índice de plasticidad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022					
¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022?	Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022	El silicato de sodio y el cemento influye en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022					
¿Cuánto influye el silicato de sodio y el cemento en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022?	Determinar la influencia del porcentaje del silicato de sodio y el cemento en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022	El silicato de sodio y el cemento influye en la resistencia al esfuerzo cortante para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2022		Propiedades Mecánicas	Densidad máxima seca (gr/cm ³) Óptimo contenido de humedad (%)	Ensayo de proctor modificado ASTM D1557 MTC E-115	
					Resistencia al esfuerzo cortante CBR (%)	Ensayo de CBR ASTM D1883 MTC E-132	

ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación del silicato de sodio y dosificación del cemento
"Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la
avenida los profesionales, Ventanilla 2021"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Bonifaz Moreno, Juan Antonio

Tesista 02: Gamarra Sosa, Raul Erikson

Fecha: Lima, 20 de septiembre del 2021

Parte B: Dosificación del silicato de sodio

6%	OK
6.5%	OK
7%	OK

Tesis: Galindo y Avellaneda (2016) Análisis técnico del uso de silicato de sodio para la estabilización química de suelo: 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, y 12%

Parte C: Dosificación del cemento

2%	OK
4%	OK
6%	OK

Tesis: García, J (2019) Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín: 4%, 8%, 10% y 12%

Tesis: Ramírez y Guerra (2021) Estabilización de la subrasante con cemento portland y su influencia en el diseño del pavimento flexible, en el camino vecinal, morales-polvoraico, en el distrito de morales, provincia y región san martín: 4%, 8%, 12%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

<p>Apellidos: Ramos Reyes Nombres: Ariane Diana Título: Ingeniería Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 260170 Firma:  ARIANE DIANA RAMOS REYES Ingeniera Civil CIP N° 260170</p>	<p>Apellidos: Chahua Tomas Nombres: Luz Preciada Título: Ingeniería Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 252068 Firma:  LUZ PRECIADA CHAHUA TOMAS Ingeniera Civil CIP N° 252068</p>	<p>Apellidos: Quino Bueno Nombres: Ronald Título: Ingeniería Civil Grado: Bachiller N° Reg. CIP: 283762 Firma:  Ronald Quino Bueno INGENIERO CIVIL CIP: 283762</p>
---	---	---

ANEXO 4: Fichas de Resultados de Laboratorio

A) CLASIFICACIÓN DE SUELO



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

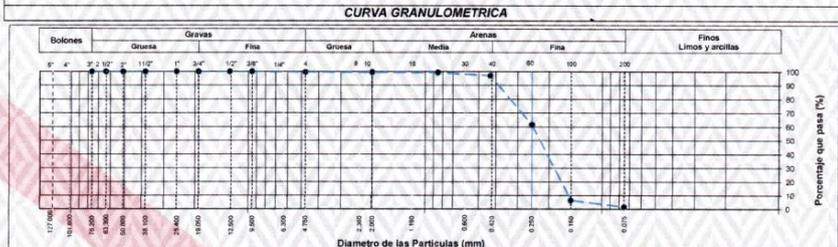
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

PROYECTO : Comparación del sillcato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los profesionales, ventanilla 2021
SOLICITANTE : BONIFAZ MORENO JUAN/ GAMARRA SOSA RAUL
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima
Calicsta : C-1 Muestrado por: WILL
Muestra : M-1 Ensayado por: CJRT
Profundidad : 1.50 m Fecha de ensayo: 20/05/2022

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 (%) 1.8 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Liquido (LL) N.P Limite Plástico (LP) N.P Indice Plástico (IP) N.P ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) <table border="1"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>98.1</td> <td>1.6</td> </tr> </table>	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	0.3	98.1	1.6
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
0.3	98.1	1.6								
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	99.67								
N° 10	2.000	99.50								
N° 20	0.850	99.36								
N° 40	0.430	97.10								
N° 60	0.250	61.49								
N° 100	0.150	6.38								
N° 200	0.075	1.60								

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SP Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 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.
 - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - El método de ensayo empleado para el Limite Liquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5 °C.
 -



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	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

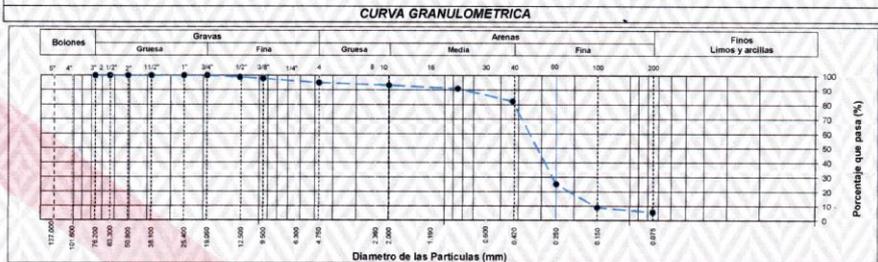
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	30/1/2022

PROYECTO	Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los profesionales, Ventanilla 2021		
SOLICITANTE	BONIFAZ MORENO JUAN/ GAMARRA SOSA RAUL		
UBICACIÓN	Ventanilla, Lima		
Calicata	C-2	Muestreado por:	WILL
Muestra	M-1	Ensayado por:	CJRT
Profundidad	1.50 m	Fecha de ensayo:	20/05/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	ARENA POBREMENTE GRADADA CON LIMO
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	98.87		
3/8"	9.530	97.88		
N° 4	4.750	95.00		
N° 10	2.000	93.29		
N° 20	0.850	90.91		
N° 40	0.430	82.25		
N° 60	0.250	25.29		
N° 100	0.150	8.86		
N° 200	0.075	5.61		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SP - SM Arena pobremente gradada con limo
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 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.
 - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±.
 -



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	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

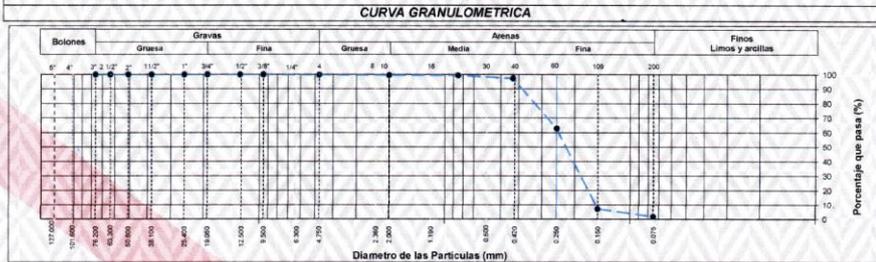
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

PROYECTO	Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida los profesionales, ventanilla 201		
SOLICITANTE	BONIFAZ MORENO JUAN/ GAMARRA SOSA RAUL		
UBICACIÓN	Ventanilla, Lima		
Calicata	C-3	Muestreado por:	WILL
Muestra	M-1	Ensayado por:	CJRT
Profundidad	1.50 m	Fecha de ensayo:	20/05/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	ARENA POBREMENTE GRADADA
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	99.80		
N° 10	2.000	99.60		
N° 20	0.850	99.43		
N° 40	0.430	97.34		
N° 60	0.250	62.92		
N° 100	0.150	7.02		
N° 200	0.075	1.80		

DESCRIPCION VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 SP Arena pobremente gradada

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleo Horno a 110 ± 5 °C.
 - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto El método de preparación es el humedo, mientras que el método de secado es a horno a 110+.
 -



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	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

B) LÍMITES DE CONSISTENCIA



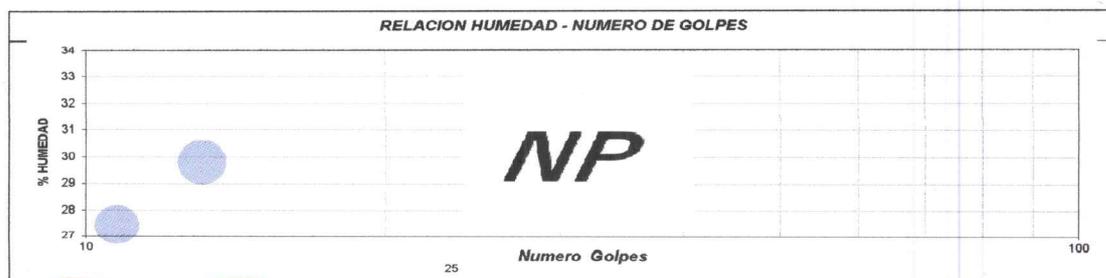
Tel.: (01) 632-9183
 Cel.: 980703014 / 921285894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

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 : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. CALICATA : C-3 MUESTRA : % 2 de cemento, 4% de cemento, 6% de cemento Profundidad : 1.50 m	
Fecha de ensayo: 22/05/2022	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 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-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	NP	



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

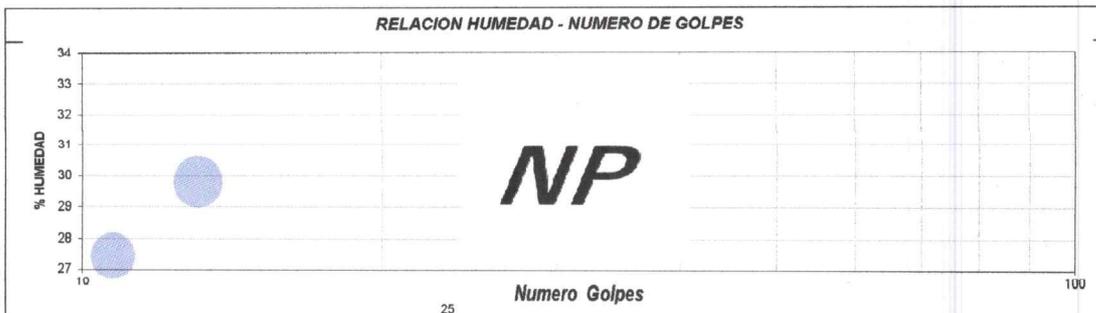
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul
PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subbase en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.
CALICATA : C-3
MUESTRA : % 6 de silicato, 6.5% de silicato, 7% de silicato
Profundidad : 1.50 m

Fecha de ensayo: 22/05/2022

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	NP	NP
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
Nº De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	N.P	NP	NP



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

C) PROCTOR MODIFICADO



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@jjgeotecniasac.com

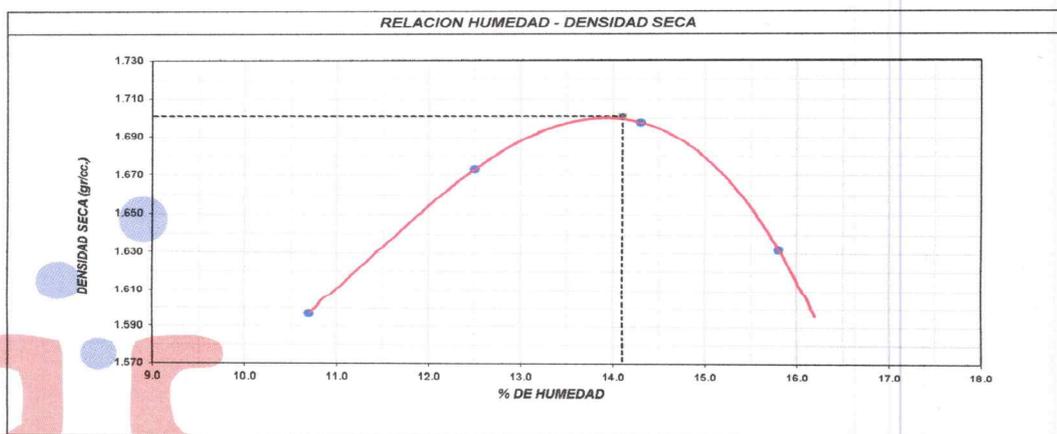
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. Fecha de ensayo: 26/05/2022 CALICATA : C-3 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,254	10,496	10,619	10,512	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,741	3,983	4,106	3,999	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.768	1.882	1.940	1.890	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	645.1	621.3	582.9	576.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	582.7	552.3	510.0	497.8	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	62.4	69.0	72.9	78.6	
Peso del suelo seco	gr.	583	552	510	498	
Contenido de agua	%	10.7	12.5	14.3	15.8	
Densidad Seca	gr/cm3	1.597	1.673	1.698	1.632	

Densidad Máxima Seca:	1.701	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.1	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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:	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 COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

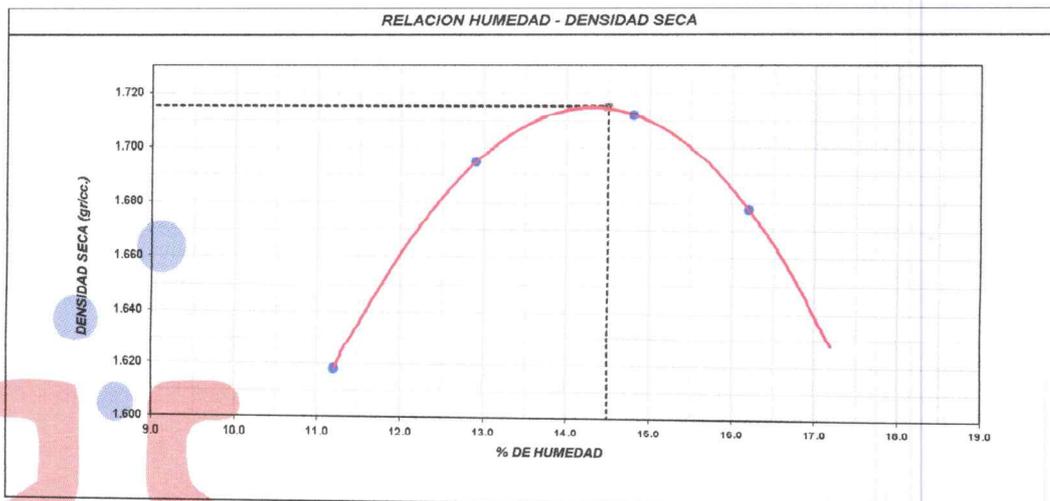
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan / Gamarra Sosa Raul
PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. **Fecha de ensayo:** 26/05/2022
CALICATA : C-3
MUESTRA : M-1 + 2% de cemento
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,321	10,561	10,672	10,638	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,808	4,048	4,159	4,125	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.800	1.913	1.966	1.949	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	501.4	536.8	543.9	604.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	450.9	475.5	473.8	520.1	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	50.5	61.3	70.1	84.2	
Peso del suelo seco	gr.	451	475	474	520	
Contenido de agua	%	11.2	12.9	14.8	16.2	
Densidad Seca	gr/cm3	1.618	1.694	1.712	1.678	

Densidad Máxima Seca:	1.715	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.5	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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

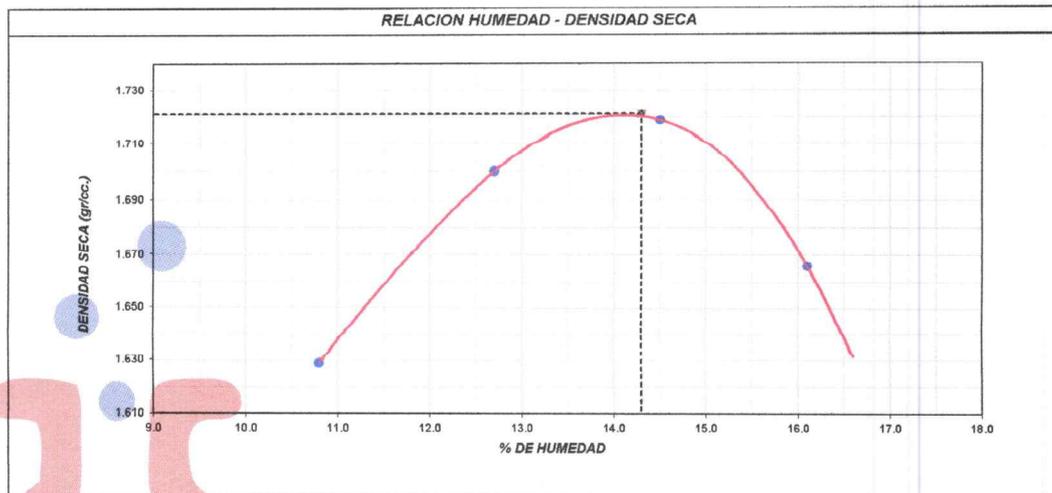
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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 : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarrá Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA : C-3		Fecha de ensayo: 26/05/2022	
MUESTRA : M-1 + 4% de cemento			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,332	10,567	10,677	10,605	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,819	4,054	4,164	4,092	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.805	1.916	1.968	1.934	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	567.4	551.3	595.8	573.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	512.1	489.2	520.3	493.6	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	55.3	62.1	75.5	79.5	
Peso del suelo seco	gr.	512	489	520	494	
Contenido de agua	%	10.8	12.7	14.5	16.1	
Densidad Seca	gr/cm3	1.629	1.700	1.719	1.666	

Densidad Máxima Seca:	1.721	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.3	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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:
 V.B. O. JEFE DE LABORATORIO	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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

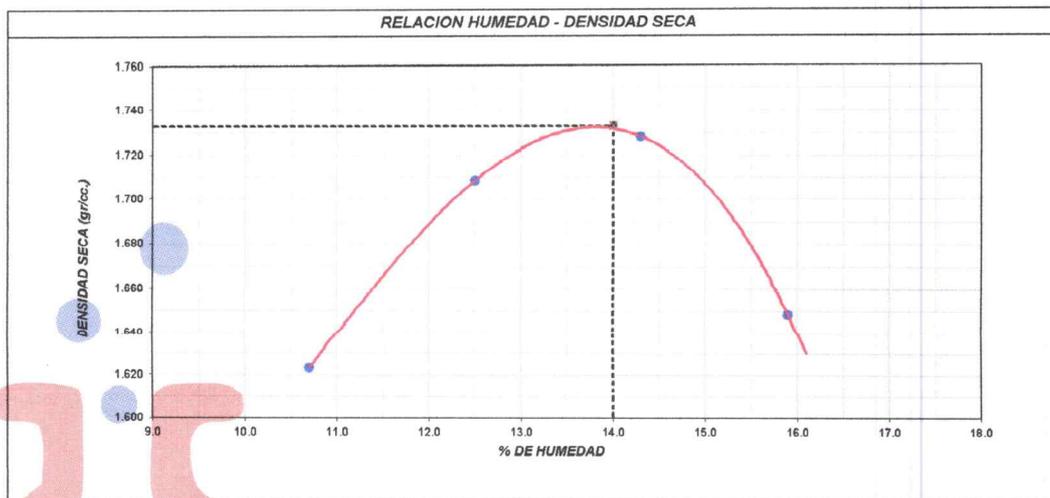
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul
PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. **Fecha de ensayo:** 26/05/2022
CALICATA : C-3
MUESTRA : M-1 + 6% de cemento
PROFUNDIDAD : 1.50 m

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,315	10,580	10,693	10,556	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,802	4,067	4,180	4,043	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.797	1.922	1.975	1.911	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	498.6	512.3	504.8	534.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	450.4	455.4	441.6	460.9	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	48.2	56.9	63.2	73.3	
Peso del suelo seco	gr.	450	455	442	461	
Contenido de agua	%	10.7	12.5	14.3	15.9	
Densidad Seca	gr/cm3	1.623	1.708	1.728	1.649	

Densidad Máxima Seca:	1.733	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.0	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES VºBº	 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

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

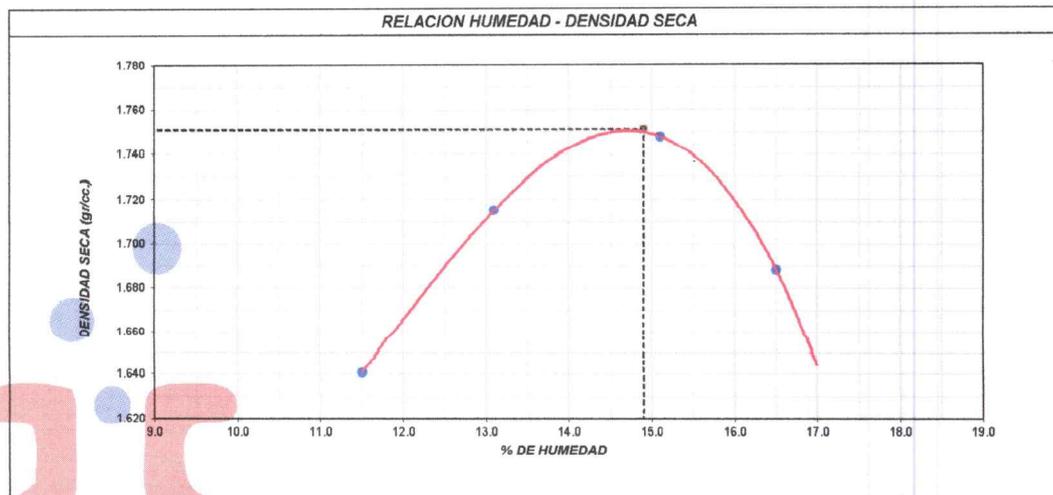
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul
PROYECTO	: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021
UBICACIÓN	: Ventanilla, Lima.
CALICATA	: C-3 Fecha de ensayo: 26/05/2022
MUESTRA	: M-1 + 6% de silicato de sodio
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,384	10,618	10,770	10,675	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,871	4,105	4,257	4,162	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.829	1.940	2.012	1.967	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	647.3	612.5	653.8	586.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	580.5	541.6	568.0	503.3	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	66.8	70.9	85.8	83.1	
Peso del suelo seco	gr.	581	542	568	503	
Contenido de agua	%	11.5	13.1	15.1	16.5	
Densidad Seca	gr/cm3	1.641	1.715	1.748	1.668	

Densidad Máxima Seca:	1.751 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.9 %
------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------



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

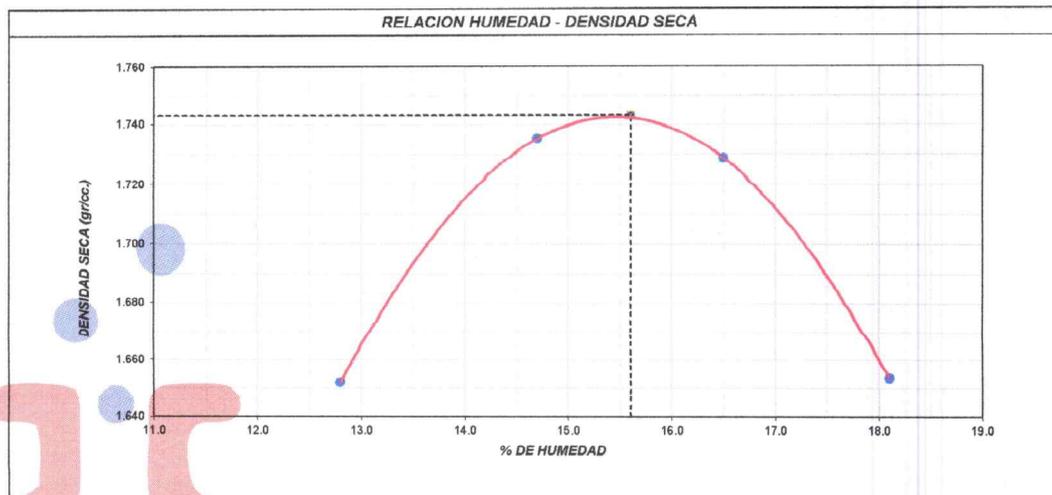
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 V.B. JEFE DE LABORATORIO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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 : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA : C-3		Fecha de ensayo: 26/05/2022	
MUESTRA : M-1 + 6.5% de silicato de sodio			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

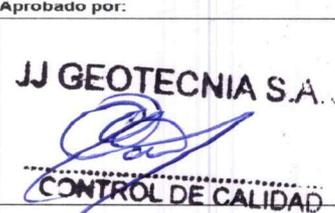
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,456	10,724	10,774	10,045	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,943	4,211	4,261	4,132	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.863	1.990	2.014	1.953	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	621.7	605.4	612.3	643.8	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	551.2	527.8	525.6	545.1	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	70.5	77.6	86.7	98.7	
Peso del suelo seco	gr.	551	528	526	545	
Contenido de agua	%	12.8	14.7	16.5	18.1	
Densidad Seca	gr/cm3	1.652	1.735	1.728	1.653	

Densidad Máxima Seca:	1.743	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	15.6	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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

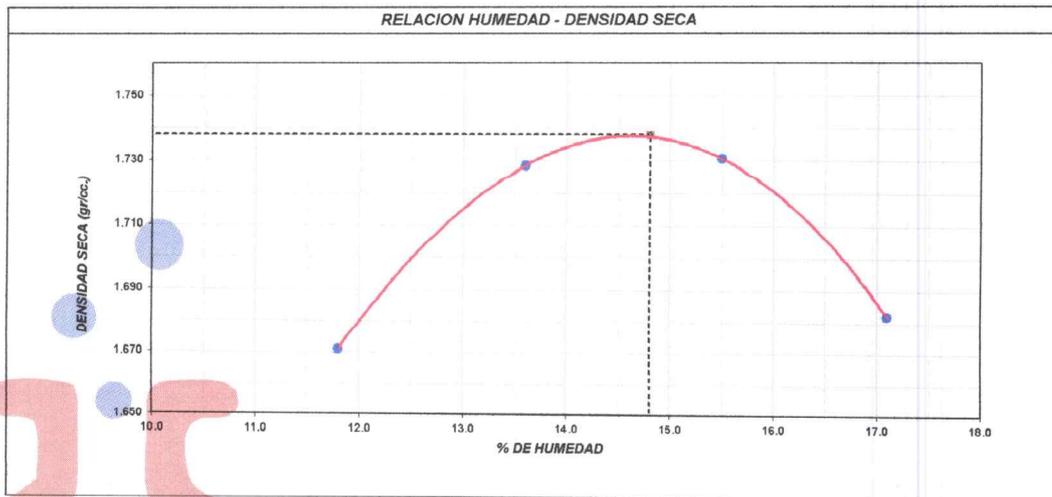
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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 : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA : C-3		Fecha de ensayo: 26/05/2022	
MUESTRA : M-1 + 7% de silicato de sodio			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	2116	cm ³
Peso Molde	6513	gr.

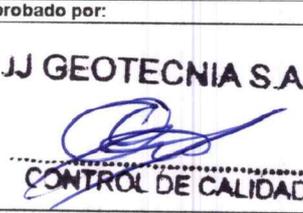
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,466	10,688	10,743	10,681	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,953	4,155	4,230	4,168	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	1.868	1.964	1.999	1.970	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	545.6	516.3	584.1	567.8	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	488.0	454.5	505.7	484.9	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	57.6	61.8	78.4	82.9	
Peso del suelo seco	gr.	488	454	506	485	
Contenido de agua	%	11.8	13.6	15.5	17.1	
Densidad Seca	gr/cm3	1.671	1.729	1.731	1.682	

Densidad Máxima Seca:	1.738	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	14.8	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---



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. ENSAYO DE MATERIALES VºBº 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

D) CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



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@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.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	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. Fecha de ensayo : 30/05/2022 CALICATA : C-3 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)											
Molde Nº	6		10		3						
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.)	11,970		12,240		11,539						
Peso molde (gr.)	7,853		8,336		7,867						
Peso suelo compactado (gr.)	4,117		3,904		3,672						
Volumen del molde (cm ³)	2,118		2,135		2,120						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.944		1.829		1.732						
Humedad (%)	14.2		14.3		14.4						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.702		1.600		1.514						
CONTENIDO DE HUMEDAD											
Tara+suelo húmedo (gr.)	546.2		589.3		596.8						
Tara+suelo seco (gr.)	478.3		515.6		521.7						
Peso de agua (gr.)	67.9		73.7		75.1						
Peso de tara (gr.)											
Peso de suelo seco (gr.)	478.3		515.6		521.7						
Humedad (%)	14.2		14.3		14.4						
EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %	
NO EXPANSIVO											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 6				Molde Nº 10				Molde Nº 3			
		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		78	4.0			59	3.0			35	1.8		
0.050		181	9.2			136	6.9			81	4.1		
0.075		314	16.0			236	12.0			144	7.2		
0.100	70.307	479	24.3	31.5	44.8	359	18.2	23.2	33.0	216	10.9	13.9	19.8
0.150		850	43.2			638	32.4			383	19.4		
0.200	105.460	1086	55.2	52.3	49.6	815	41.4	39.2	37.2	489	24.8	23.3	22.1
0.300		1221	62.0			916	46.5			549	27.9		
0.400		1326	67.3			995	50.5			597	30.3		
0.500		1403	71.3			1052	53.4			631	32.1		

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: 	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

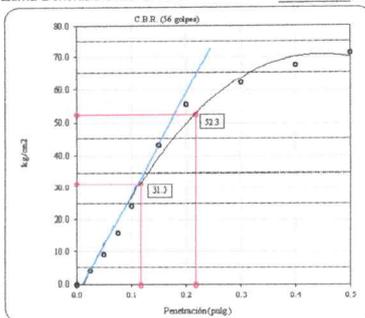
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio			
SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul			
PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021			
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo :	30/05/2022
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

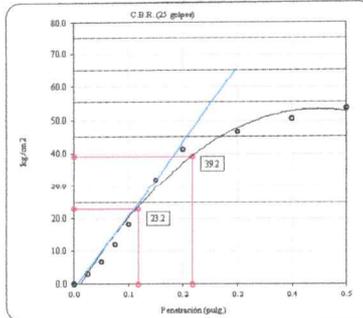
Máxima Densidad Seca 1.702 gr/cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.617 gr/cm^3

Optimo Contenido de Humedad

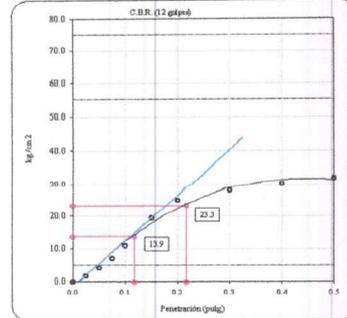
14.10 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 44.8 %

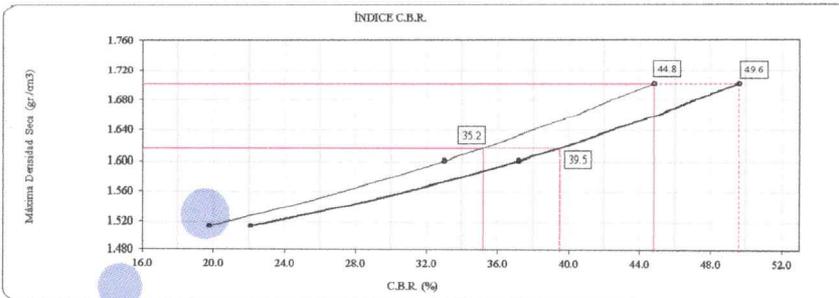


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 33.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 19.8 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 44.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 35.2 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 49.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 39.5 %

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	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA : C-3		Fecha de ensayo : 30/05/2022	
MUESTRA : M-1 + 2% de cemento			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	A				B				C				
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					
Peso suelo + molde (gr.)	12,706		12,878		12,339								
Peso molde (gr.)	8,545		8,935		8,648								
Peso suelo compactado (gr.)	4,161		3,943		3,891								
Volumen del molde (cm ³)	2,116		2,115		2,108								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,966		1,864		1,751								
Humedad (%)	14.5		14.6		14.6								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.717		1.627		1.528								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	581.3		543.4		561.7								
Tara+suelo seco (gr.)	507.7		474.2		490.1								
Peso de agua (gr.)	73.6		69.2		71.6								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	507.7		474.2		490.1								
Humedad (%)	14.5		14.6		14.6								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	A				B				C			
		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		182	9.2			137	6.9			82	4.2		
0.050		910	46.2			883	34.7			410	20.8		
0.075		1299	66.0			974	49.5			585	29.7		
0.100	70.307	1802	81.3	78.5	111.7	1201	61.0	59.0	83.9	721	36.6	35.5	50.5
0.150		2064	104.8			1548	78.6			929	47.2		
0.200	105.460	2450	124.4	127.5	120.9	1838	93.3	95.8	90.8	1103	56.0	58.0	55.0
0.300		3086	155.7			2300	116.8			1380	70.1		
0.400		3623	184.0			2717	138.0			1630	82.8		
0.500		3766	191.3			2825	143.4			1695	86.1		

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

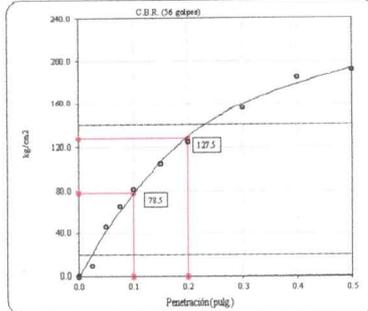
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad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

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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul	
PROYECTO		: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021	
UBICACIÓN		: Ventanilla, Lima.	
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo :	30/05/2022
MUESTRA	: M-1 + 2% de cemento		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

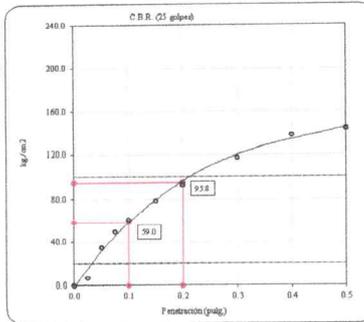
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.717 gr/cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.631 gr/cm^3

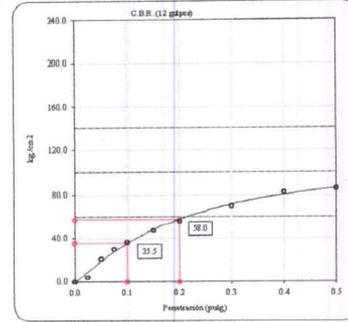
Optimo Contenido de Humedad 14.50%



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **111.7 %**

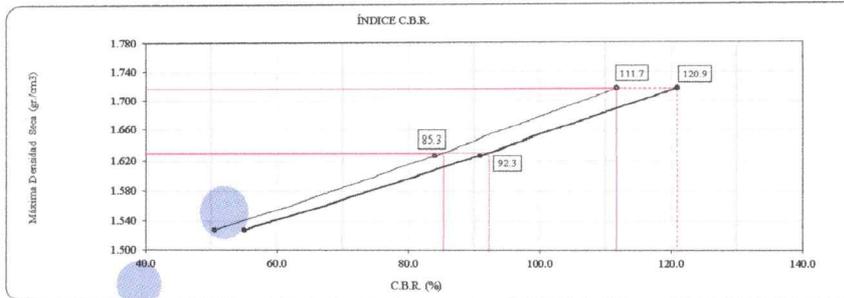


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **83.9 %**



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **50.5 %**

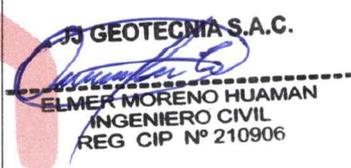
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **111.7 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": **85.3 %**
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **120.9 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": **92.3 %**

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:
 <p>Jefe de Laboratorio</p>	 <p>INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	 <p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p>

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 D1983 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. CALICATA : C-3 Fecha de ensayo : 30/05/2022 MUESTRA : M-1 + 4% de cemento PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	D				E				F				
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.)	12,445				12,122				11,805				
Peso molde (gr.)	8,251				8,170				8,089				
Peso suelo compactado (gr.)	4,194				3,952				3,716				
Volumen del molde (cm ³)	2,131				2,123				2,119				
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,968				1,862				1,754				
Humedad (%)	14.3				14.3				14.4				
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,722				1,629				1,533				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	615.3				671.4				681.7				
Tara+suelo seco (gr.)	538.3				587.4				595.9				
Peso de agua (gr.)	77.0				84.0				85.8				
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	538.3				587.4				595.9				
Humedad (%)	14.3				14.3				14.4				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	D				E				F			
		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		242	12.3			181	9.2			109	5.5		
0.050		1218	61.9			914	46.4			548	27.8		
0.075		1739	88.3			1304	66.2			782	39.7		
0.100	70.307	2146	109.0	103.5	147.2	1610	81.7	77.0	109.5	966	49.0	46.4	66.0
0.150		2762	140.2			2071	105.2			1243	63.1		
0.200	105.460	3234	164.2	172.0	163.1	2426	123.2	128.5	121.8	1455	73.9	77.3	73.3
0.300		4108	208.6			3081	156.5			1848	93.9		
0.400		4580	232.6			3435	174.5			2061	104.7		
0.500		4639	235.6			3479	176.7			2088	106.0		

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:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP Nº 210906 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-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

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

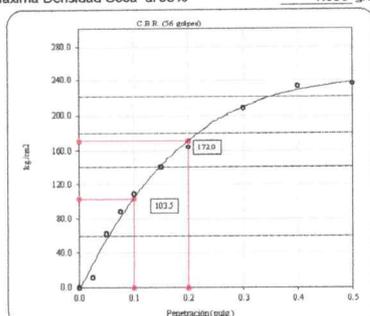
REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul	
PROYECTO	: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021	
UBICACIÓN	: Ventanilla, Lima.	
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo : 30/05/2022
MUESTRA	: M-1 + 4% de cemento	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.722 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.636 gr./cm³

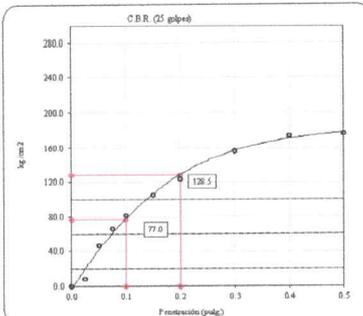
Optimo Contenido de Humedad

14.30 %



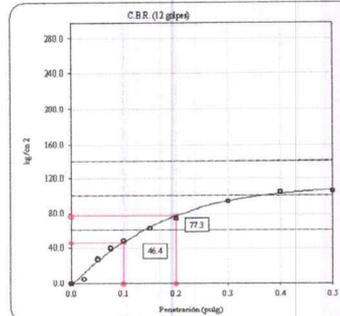
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

147.2 %



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

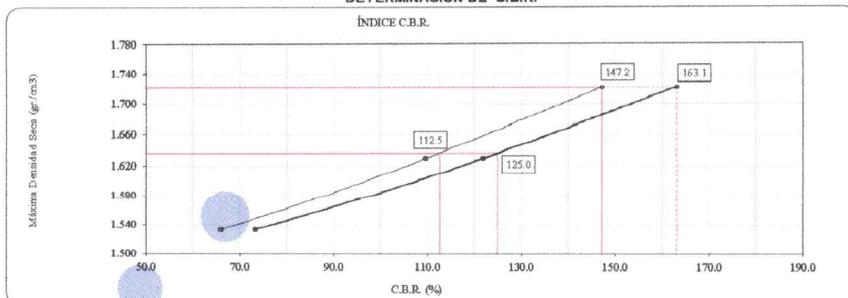
109.5 %



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

66.0 %

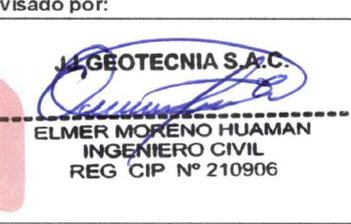
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 147.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 112.5 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 163.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 125.0 %

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

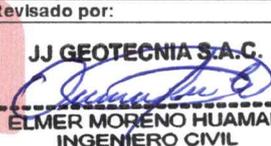
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. CALICATA : C-3 Fecha de ensayo : 30/05/2022 MUESTRA : M-1 + 6% de cemento PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	11		12		1								
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.)	12,736		12,498		11,655								
Peso molde (gr.)	8,507		8,510		7,888								
Peso suelo compactado (gr.)	4,229		3,988		3,767								
Volumen del molde (cm ³)	2,135		2,140		2,133								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,981		1,864		1,766								
Humedad (%)	14.1		14.2		14.3								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.736		1.632		1.545								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	681.3		598.5		721.6								
Tara+suelo seco (gr.)	597.1		524.1		631.3								
Peso de agua (gr.)	84.2		74.4		90.3								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	597.1		524.1		631.3								
Humedad (%)	14.1		14.2		14.3								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial							
				mm	%								
				EXPANSIVO									
				NO EXPANSIVO									
				NO EXPANSIVO									
				NO EXPANSIVO									
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 11				Molde Nº 12				Molde Nº 1			
		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		369	18.7			276	14.0			166	8.4		
0.050		733	37.2			549	27.9			330	16.7		
0.075		1427	72.5			1070	54.4			642	32.6		
0.100	70.307	2253	114.4	116.0	165.0	1690	85.8	87.0	123.7	1014	51.5	50.0	71.1
0.150		3573	181.5			2680	136.1			1608	81.7		
0.200	105.460	3947	200.5	189.0	179.2	2960	150.4	142.0	134.6	1776	90.2	85.0	80.6
0.300		4198	213.2			3149	159.9			1889	95.9		
0.400		4384	222.7			3288	167.0			1973	100.2		
0.500		4538	230.5			3404	172.9			2042	103.7		

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	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

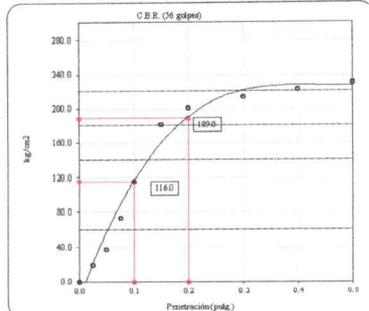
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 821 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA : C-3 MUESTRA : M-1 + 6% de cemento PROFUNDIDAD : 1.50 m		Fecha de ensayo : 30/05/2022	

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.736 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.649 gr./cm³

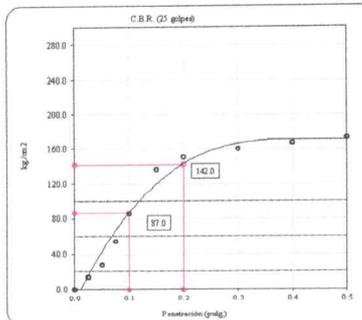
Optimo Contenido de Humedad

14.00 %



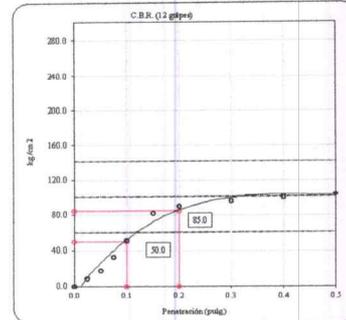
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

165.0 %



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

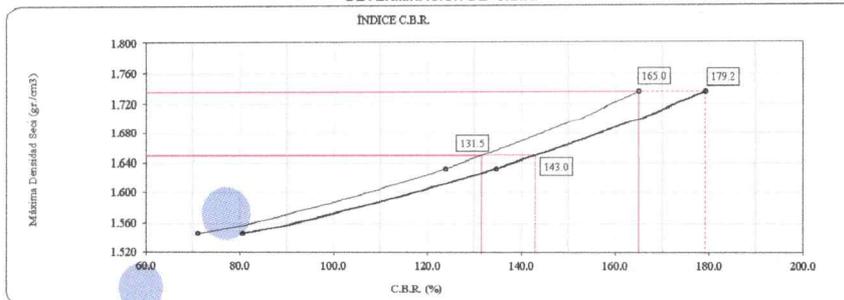
123.7 %



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

71.1 %

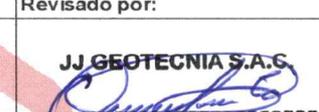
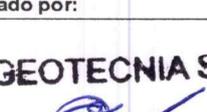
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 165.0 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 131.5 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 179.2 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 143.0 %

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

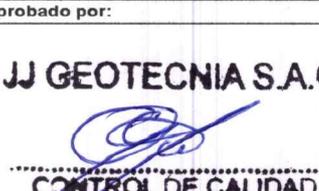
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES VGB	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarrá Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima CALICATA : C-3 Fecha de ensayo : 30/05/2022 MUESTRA : M-1 + 6% de silicato de sodio PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	13			14			15						
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.)	12,892			12,465			11,957						
Peso molde (gr.)	8,607			8,449			8,129						
Peso suelo compactado (gr.)	4,285			4,016			3,828						
Volumen del molde (cm ³)	2,137			2,129			2,141						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,005			1,888			1,788						
Humedad (%)	14.7			14.8			14.9						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,748			1,643			1,556						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	647.5			631.8			622.7						
Tara+suelo seco (gr.)	564.5			550.4			541.9						
Peso de agua (gr.)	83.0			81.4			80.8						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	564.5			550.4			541.9						
Humedad (%)	14.7			14.8			14.9						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
				NO EXPANSIVO									
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 13				Molde Nº 14				Molde Nº 15			
		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		4	0.2			3	0.1			2	0.1		
0.050		52	2.6			39	2.0			23	1.2		
0.075		370	18.8			277	14.1			168	8.4		
0.100	70.307	668	33.9	60.0	85.3	501	25.4	45.0	64.0	300	15.3	26.0	37.0
0.150		1323	67.2			993	50.4			596	30.2		
0.200	105.460	1893	96.1	104.0	98.6	1420	72.1	78.5	74.4	852	43.3	47.0	44.6
0.300		2523	128.1			1892	96.1			1135	57.7		
0.400		2545	129.3			1909	97.0			1145	58.2		
0.500		2614	132.8			1961	99.6			1176	59.7		

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

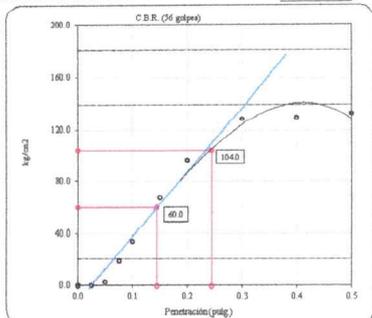
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul		
PROYECTO	: Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021		
UBICACIÓN	: Ventanilla, Lima.		
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo :	30/05/2022
MUESTRA	: M-1 + 6% de silicato de sodio		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

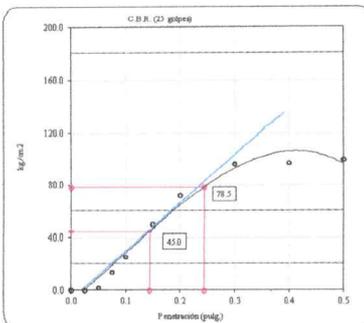
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.748 gr./cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.661 gr./cm^3

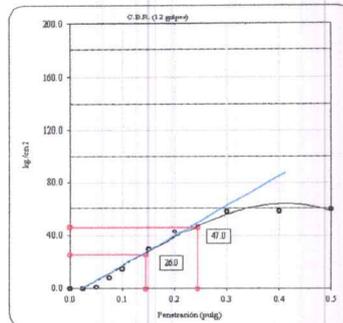
Optimo Contenido de Humedad **14.90 %**



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **85.3 %**

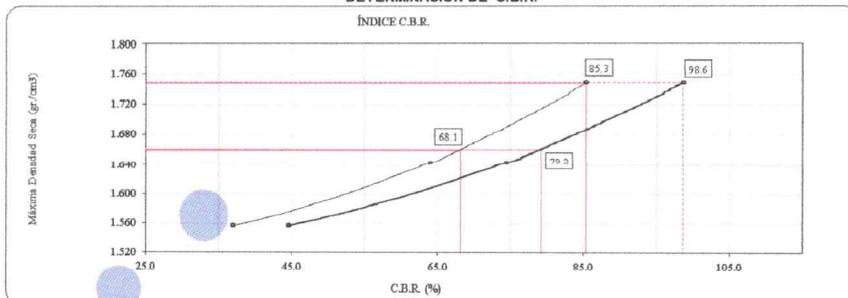


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **64.0 %**



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **37.0 %**

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **85.3 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": **68.1 %**
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **98.6 %**
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": **79.2 %**

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:	Aprobado por:
 JJE Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. CALICATA : C-3 Fecha de ensayo : 30/05/2022 MUESTRA : M-1 + 6.5% de silicato de sodio PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde Nº	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.)	12,242		11,780		11,559	
Peso molde (gr.)	7,925		7,749		7,780	
Peso suelo compactado (gr.)	4,317		4,031		3,799	
Volumen del molde (cm ³)	2,148		2,131		2,120	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.010		1.892		1.792	
Humedad (%)	15.5		15.7		15.7	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.740		1.635		1.549	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	687.6		702.1		712.5	
Tara+suelo seco (gr.)	595.3		606.8		615.8	
Peso de agua (gr.)	92.3		95.3		96.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	595.3		606.8		615.8	
Humedad (%)	15.5		15.7		15.7	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 16				Molde Nº 17				Molde Nº 18			
		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		3	0.2			2	0.1			1	0.1		
0.050		45	2.3			34	1.7			20	1.0		
0.075		343	17.4			258	13.1			155	7.8		
0.100	70.307	1938	96.4	92.5	131.6	1454	73.8	70.0	99.6	872	44.3	41.4	58.9
0.150		3054	155.1			2290	116.3			1374	69.8		
0.200	105.480	4058	206.1	187.0	177.3	3044	154.6	140.0	132.8	1826	92.7	84.0	70.7
0.300		4827	245.2			3820	183.9			2172	110.3		
0.400		5454	277.0			4090	207.7			2454	124.6		
0.500		5909	300.1			4432	225.1			2659	135.1		

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

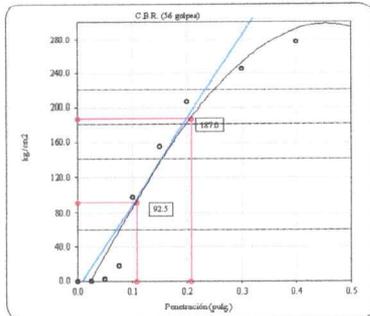
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio			
SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul			
PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021			
UBICACIÓN : Ventanilla, Lima.			
CALICATA	: C-3	Fecha de ensayo :	30/05/2022
MUESTRA	: M-1 + 6.5% de silicato de sodio		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.740 gr/cm^3
Máxima Densidad Seca al 95% 1.653 gr/cm^3

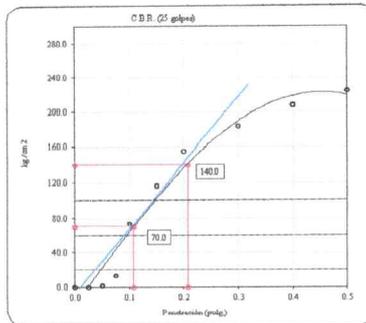
Optimo Contenido de Humedad

15.60 %



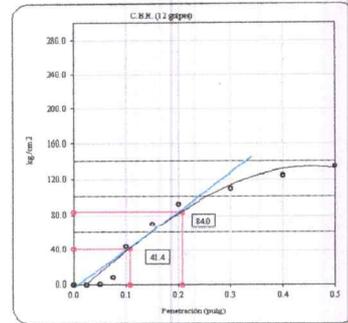
C.B.R. (0.1'') 56 GOLPES :

131.6 %



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

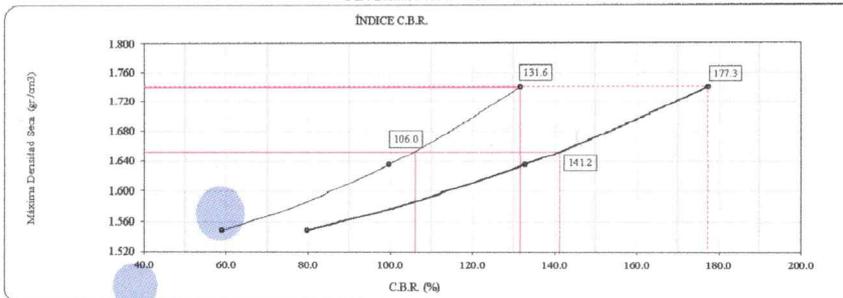
99.6 %



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

58.9 %

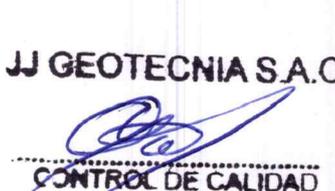
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1'': 131.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1'': 106.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2'': 177.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2'': 141.2 %

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:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG CIP N° 210906	 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 D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima			
CALICATA : C-3		Fecha de ensayo : 30/05/2022	
MUESTRA : M-1 + 7% de silicato de sodio			
PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	19			20			21						
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.)	11,987			11,681			11,479						
Peso molde (gr.)	7,752			7,674			7,734						
Peso suelo compactado (gr.)	4,235			4,007			3,745						
Volumen del molde (cm ³)	2,130			2,140			2,113						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.988			1.872			1.773						
Humedad (%)	14.6			14.8			14.8						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.735			1.631			1.544						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	645.3			592.4			675.2						
Tara+suelo seco (gr.)	563.1			516.0			588.2						
Peso de agua (gr.)	82.2			76.4			87.0						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	563.1			516.0			588.2						
Humedad (%)	14.6			14.8			14.8						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %		Dial	Expansión mm %			
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde Nº 19				Molde Nº 20				Molde Nº 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		66	3.4			50	2.5			30	1.5		
0.050		412	20.9			309	15.7			185	9.4		
0.075		881	44.7			661	33.6			398	20.1		
0.100	70.307	1178	59.8	71.0	101.0	884	44.9	54.0	76.8	530	26.9	31.8	45.2
0.150		1962	99.6			1472	74.7			883	44.8		
0.200	105.480	2547	129.3	127.0	120.4	1910	97.0	95.0	90.1	1146	58.2	56.5	53.6
0.300		3206	162.8			2405	122.1			1443	73.3		
0.400		3358	170.5			2518	127.9			1511	76.7		
0.500		3627	184.2			2720	138.2			1632	82.9		

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

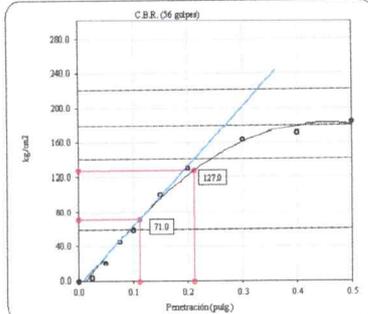
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Bonifaz Moreno Juan/ Gamarra Sosa Raul PROYECTO : Comparación del silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la avenida Los Profesionales, Ventanilla 2021 UBICACIÓN : Ventanilla, Lima. CALICATA : C-3 Fecha de ensayo : 30/05/2022 MUESTRA : M-1 + 7% de silicato de sodio PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Datos de muestra

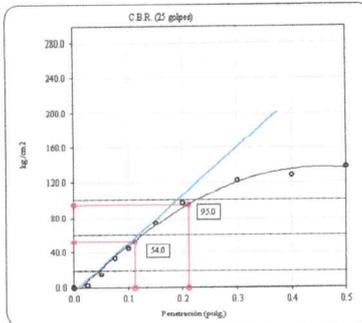
Máxima Densidad Seca 1.735 gr/cm^3
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.648 gr/cm^3

Optimo Contenido de Humedad

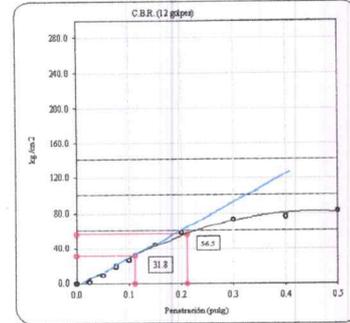
14.80 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 101.0 %

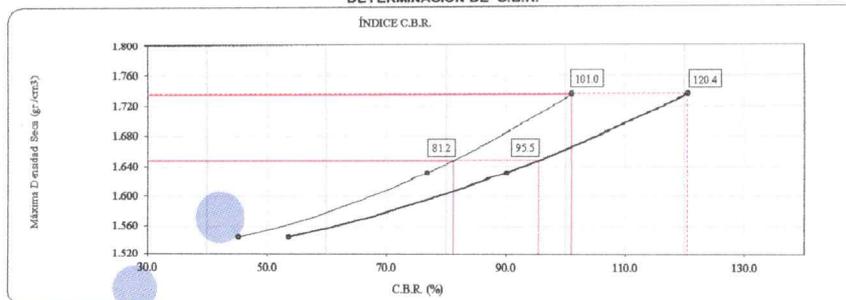


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 76.8 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 45.2 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 101.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 81.2 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 120.4 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 95.5 %

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

E) CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



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-X8
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.

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.

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



Certificado : TC-06637-2022
Página : 2 de 2

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

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

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 - Emín (mg)				0,6	Emáx - Emín (mg)				1,8
error máximo permitido (\pm mg)				2,0	error máximo permitido (\pm mg)				3,0

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**TC - 13427 - 2021**

Proforma : 4234A

Fecha de emisión : 2021-07-30

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

EQUIPO : HORNO
Marca : PERU TEST
Modelo : PT-H76
N° de Serie : 458
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-07-20

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,5 °C
Humedad Relativa	74,1 %hr	73,2 %hr
Voltaje	221 V	222 V

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

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).

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

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.

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT - 0346 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

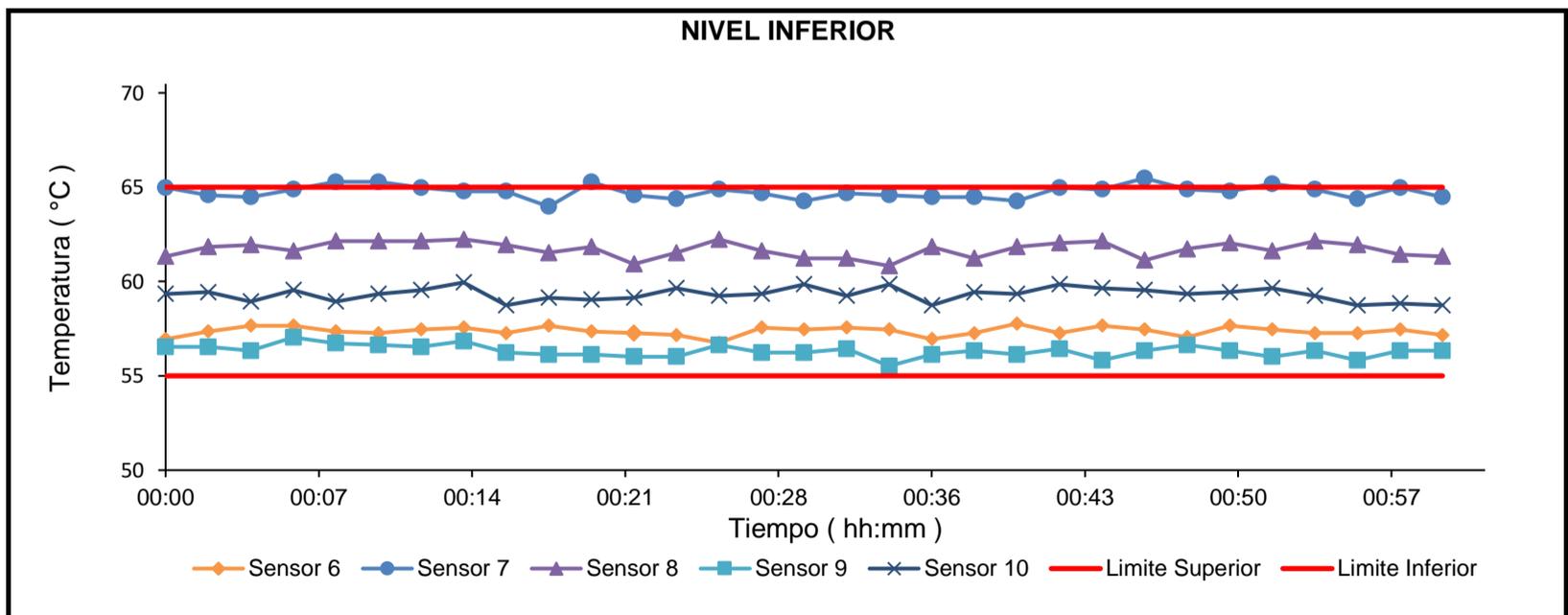
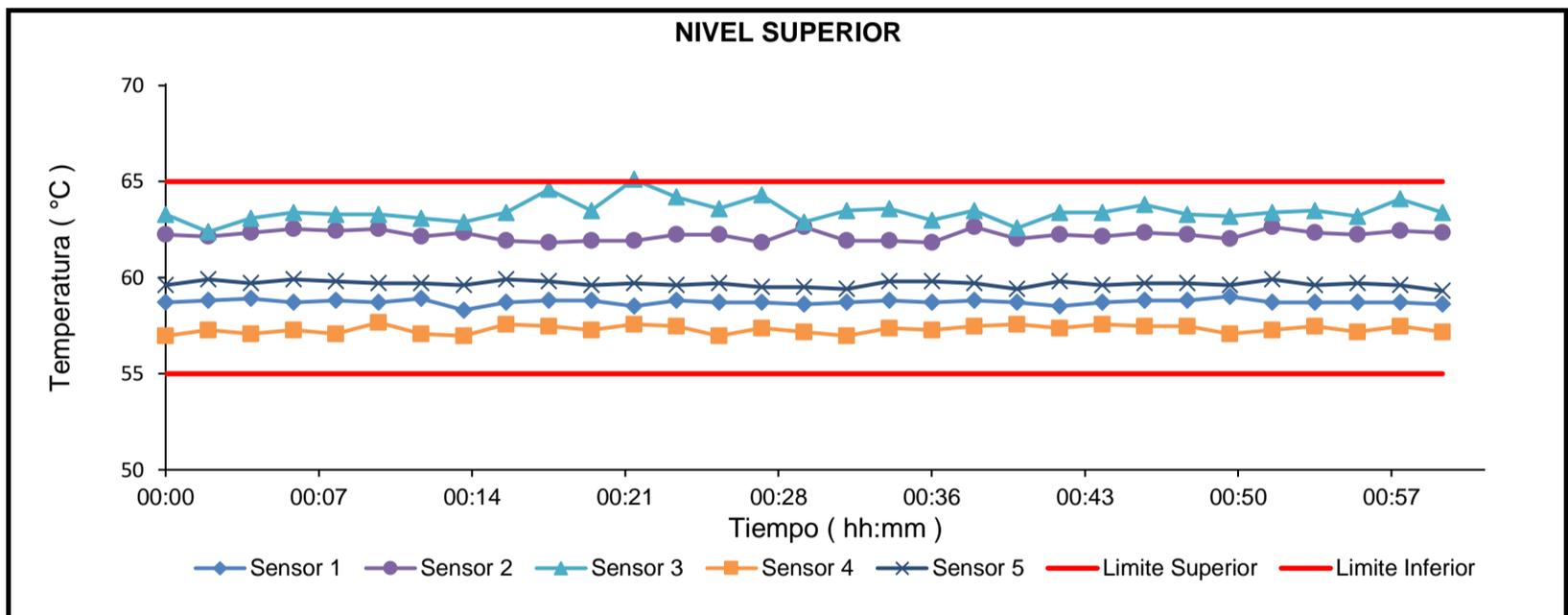
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
60 °C ± 5 °C	60	60 min	50 min	30 %	ENVASES DE ACERO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60	58,7	62,2	63,3	57,0	59,6	57,0	65,0	61,3	56,5	59,3	60,0	8,5
00:02	60	58,8	62,1	62,4	57,3	59,9	57,4	64,6	61,8	56,5	59,4	60,0	8,1
00:04	60	58,9	62,3	63,1	57,1	59,7	57,7	64,5	61,9	56,3	58,9	60,1	8,2
00:06	60	58,7	62,5	63,4	57,3	59,9	57,7	64,9	61,6	57,0	59,6	60,3	7,8
00:08	60	58,8	62,4	63,3	57,1	59,8	57,4	65,3	62,1	56,7	58,9	60,2	8,6
00:10	60	58,7	62,5	63,3	57,7	59,7	57,3	65,3	62,1	56,6	59,3	60,3	8,7
00:12	60	58,9	62,1	63,1	57,1	59,7	57,5	65,0	62,1	56,5	59,6	60,2	8,5
00:14	60	58,3	62,3	62,9	57,0	59,6	57,6	64,8	62,2	56,8	60,0	60,2	7,9
00:16	60	58,7	61,9	63,4	57,6	59,9	57,3	64,8	61,9	56,2	58,7	60,1	8,6
00:18	60	58,8	61,8	64,6	57,5	59,8	57,7	64,0	61,5	56,1	59,1	60,1	8,5
00:20	60	58,8	61,9	63,5	57,3	59,6	57,4	65,3	61,8	56,1	59,0	60,1	9,2
00:22	60	58,5	61,9	65,1	57,6	59,7	57,3	64,6	60,9	56,0	59,1	60,1	9,1
00:24	60	58,8	62,2	64,2	57,5	59,6	57,2	64,4	61,5	56,0	59,7	60,1	8,4
00:26	60	58,7	62,2	63,6	57,0	59,7	56,8	64,9	62,2	56,6	59,2	60,1	8,3
00:28	60	58,7	61,8	64,3	57,4	59,5	57,6	64,7	61,6	56,2	59,3	60,1	8,5
00:30	60	58,6	62,6	62,9	57,2	59,5	57,5	64,3	61,2	56,2	59,9	60,0	8,0
00:32	60	58,7	61,9	63,5	57,0	59,4	57,6	64,7	61,2	56,4	59,2	60,0	8,3
00:34	60	58,8	61,9	63,6	57,4	59,8	57,5	64,6	60,8	55,5	59,9	60,0	9,1
00:36	60	58,7	61,8	63,0	57,3	59,8	57,0	64,5	61,8	56,1	58,7	59,9	8,4
00:38	60	58,8	62,6	63,5	57,5	59,7	57,3	64,5	61,2	56,3	59,4	60,1	8,2
00:40	60	58,7	62,0	62,6	57,6	59,4	57,8	64,3	61,8	56,1	59,3	60,0	8,1
00:42	60	58,5	62,2	63,4	57,4	59,8	57,3	65,0	62,0	56,4	59,9	60,2	8,6
00:44	60	58,7	62,1	63,4	57,6	59,6	57,7	64,9	62,1	55,8	59,7	60,2	9,1
00:46	60	58,8	62,3	63,8	57,5	59,7	57,5	65,5	61,1	56,3	59,6	60,2	9,2
00:48	60	58,8	62,2	63,3	57,5	59,7	57,1	64,9	61,7	56,6	59,3	60,1	8,3
00:50	60	59,0	62,0	63,2	57,1	59,6	57,7	64,8	62,0	56,3	59,4	60,1	8,5
00:52	60	58,7	62,6	63,4	57,3	59,9	57,5	65,2	61,6	56,0	59,7	60,2	9,2
00:54	60	58,7	62,3	63,5	57,5	59,6	57,3	64,9	62,1	56,3	59,2	60,2	8,6
00:56	60	58,7	62,2	63,2	57,2	59,7	57,3	64,4	61,9	55,8	58,7	59,9	8,6
00:58	60	58,7	62,4	64,1	57,5	59,6	57,5	65,0	61,4	56,3	58,8	60,1	8,7
01:00	60	58,6	62,3	63,4	57,2	59,3	57,2	64,5	61,3	56,3	58,7	59,9	8,2
T. PROM	60,0	58,7	62,2	63,5	57,3	59,7	57,4	64,8	61,7	56,3	59,3	60,1	8,5
T. MAX	60,0	59,0	62,6	65,1	57,7	59,9	57,8	65,5	62,2	57,0	60,0	60,3	9,2
T. MIN	60,0	58,3	61,8	62,4	57,0	59,3	56,8	64,0	60,8	55,5	58,7	59,9	7,8
DTT	0,0	0,7	0,8	2,7	0,7	0,6	1,0	1,5	1,4	1,5	1,2	0,4	1,3

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	65,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	55,5	0,2
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,7	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	8,4	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,37	0,04
Uniformidad Medida	9,2	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

RESULTADOS DE MEDICIÓN

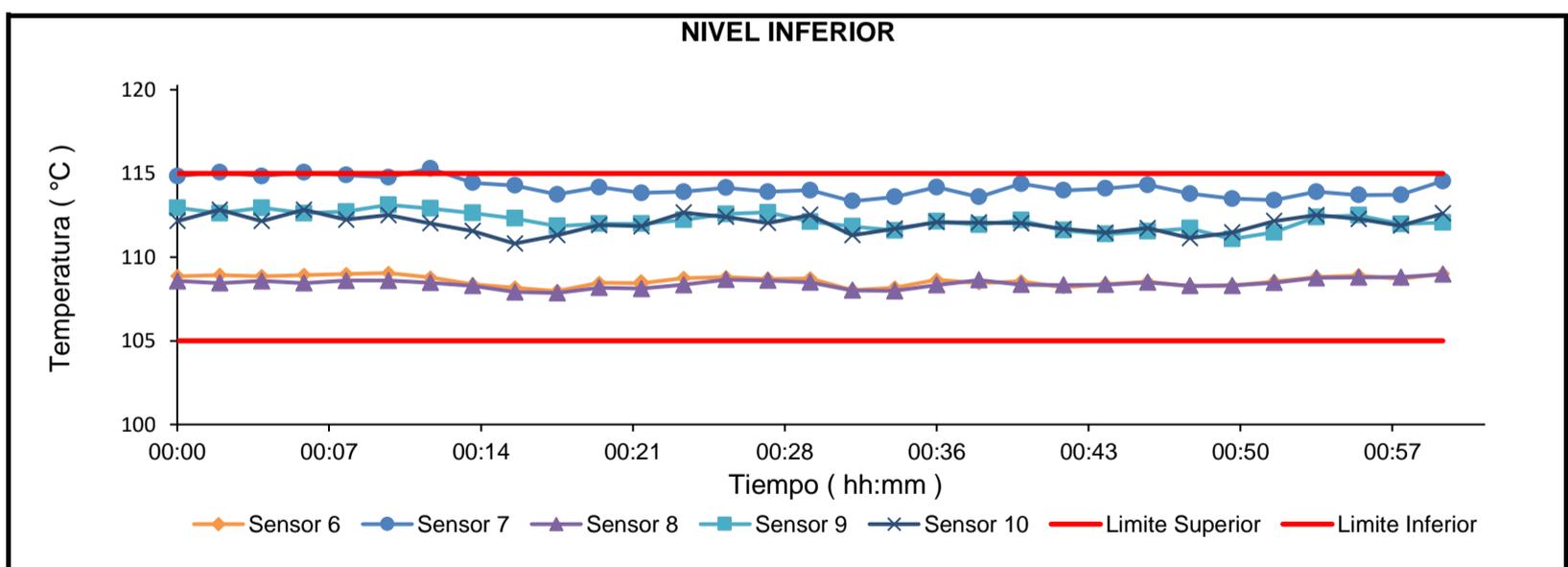
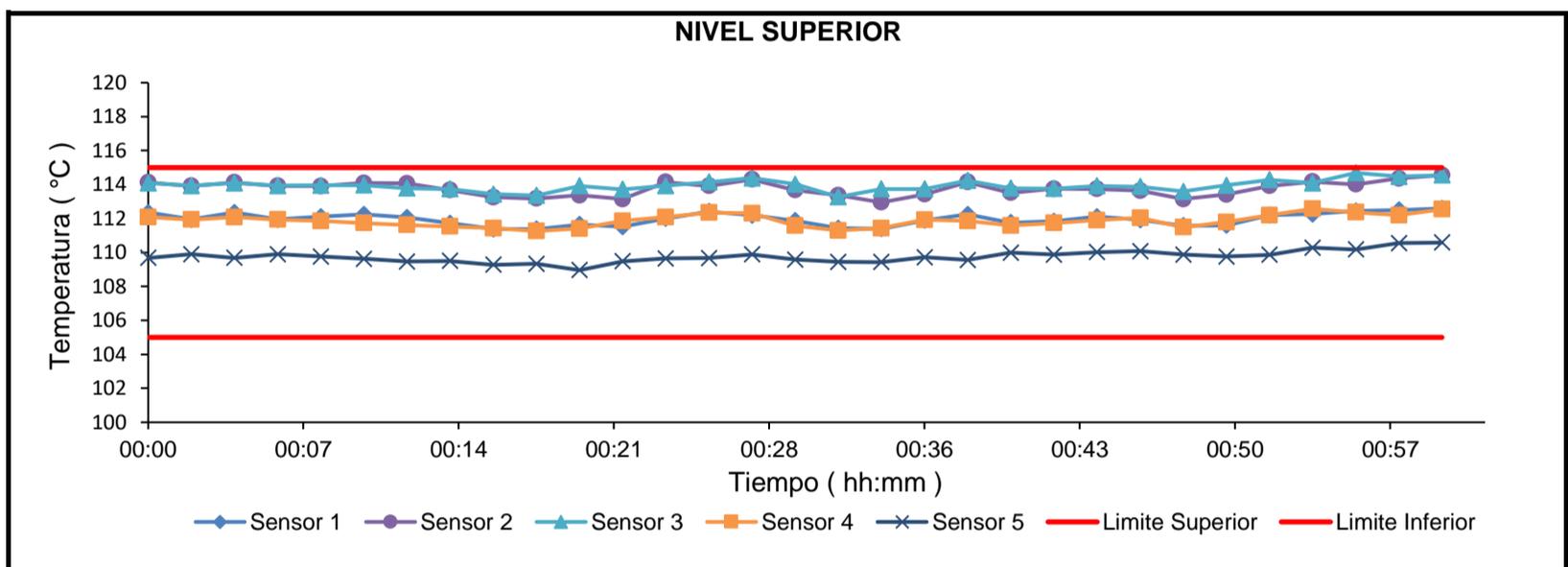
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	60 min	50 min	30 %	ENVASES DE ACEWRO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	114,8	108,6	112,9	112,2	112,0	6,3
00:02	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	115,1	108,5	112,6	112,8	112,0	6,6
00:04	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	114,8	108,6	112,9	112,2	112,0	6,3
00:06	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	115,1	108,5	112,6	112,8	112,0	6,6
00:08	110	112,1	113,9	114,0	111,9	109,8	109,0	114,9	108,6	112,7	112,2	111,9	6,3
00:10	110	112,2	114,1	114,0	111,7	109,6	109,1	114,8	108,6	113,1	112,5	112,0	6,2
00:12	110	112,1	114,1	113,8	111,6	109,5	108,8	115,3	108,5	112,9	112,0	111,9	6,8
00:14	110	111,7	113,7	113,7	111,5	109,5	108,4	114,4	108,3	112,6	111,6	111,6	6,1
00:16	110	111,4	113,3	113,4	111,4	109,3	108,2	114,3	107,9	112,3	110,8	111,2	6,4
00:18	110	111,4	113,2	113,4	111,3	109,3	108,0	113,7	107,9	111,9	111,3	111,1	5,9
00:20	110	111,6	113,4	113,9	111,4	109,0	108,5	114,2	108,2	112,0	111,9	111,4	6,0
00:22	110	111,5	113,1	113,7	111,9	109,5	108,5	113,8	108,1	112,0	111,9	111,4	5,7
00:24	110	112,0	114,1	113,9	112,1	109,7	108,8	113,9	108,4	112,2	112,7	111,8	5,8
00:26	110	112,4	113,9	114,1	112,3	109,7	108,8	114,2	108,7	112,6	112,4	111,9	5,5
00:28	110	112,2	114,3	114,4	112,3	109,9	108,7	113,9	108,6	112,7	112,0	111,9	5,8
00:30	110	111,9	113,7	114,0	111,6	109,6	108,7	114,0	108,5	112,1	112,5	111,7	5,5
00:32	110	111,4	113,4	113,3	111,3	109,4	108,0	113,3	108,0	111,8	111,3	111,1	5,4
00:34	110	111,4	113,0	113,7	111,4	109,4	108,2	113,6	108,0	111,6	111,7	111,2	5,8
00:36	110	111,9	113,4	113,7	111,9	109,7	108,6	114,2	108,3	112,1	112,1	111,6	5,8
00:38	110	112,2	114,1	114,2	111,9	109,6	108,4	113,6	108,6	111,9	112,1	111,7	5,8
00:40	110	111,8	113,5	113,8	111,6	110,0	108,6	114,4	108,4	112,2	112,0	111,6	6,0
00:42	110	111,8	113,8	113,8	111,7	109,9	108,2	114,0	108,3	111,6	111,7	111,5	5,8
00:44	110	112,1	113,7	113,9	111,9	110,0	108,4	114,1	108,4	111,4	111,5	111,5	5,7
00:46	110	111,9	113,6	113,9	112,0	110,1	108,5	114,3	108,5	111,5	111,7	111,6	5,8
00:48	110	111,6	113,1	113,6	111,5	109,9	108,3	113,8	108,3	111,7	111,1	111,3	5,5
00:50	110	111,6	113,4	114,0	111,8	109,8	108,3	113,5	108,3	111,1	111,5	111,3	5,7
00:52	110	112,2	113,9	114,3	112,2	109,9	108,5	113,4	108,5	111,5	112,2	111,7	5,8
00:54	110	112,3	114,2	114,1	112,6	110,3	108,8	113,9	108,8	112,4	112,5	112,0	5,4
00:56	110	112,4	114,0	114,7	112,4	110,2	108,9	113,7	108,8	112,5	112,3	112,0	5,9
00:58	110	112,5	114,4	114,5	112,2	110,6	108,7	113,7	108,8	112,0	111,9	111,9	5,8
01:00	110	112,6	114,6	114,6	112,5	110,6	109,0	114,5	109,0	112,1	112,6	112,2	5,6
T. PROM	110,0	112,0	113,8	113,9	111,9	109,8	108,6	114,2	108,4	112,2	112,0	111,7	5,9
T. MAX	110,0	112,6	114,6	114,7	112,6	110,6	109,1	115,3	109,0	113,1	112,8	112,2	6,8
T. MIN	110,0	111,4	113,0	113,3	111,3	109,0	108,0	113,3	107,9	111,1	110,8	111,1	5,4
DTT	0,0	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6	1,1	1,9	1,1	2,0	2,0	1,1	1,5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,3	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,9	0,2
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,7	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,02	0,04
Uniformidad Medida	6,8	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma NO CUMPLE con los limites especificados de temperatura

RESULTADOS DE MEDICIÓN

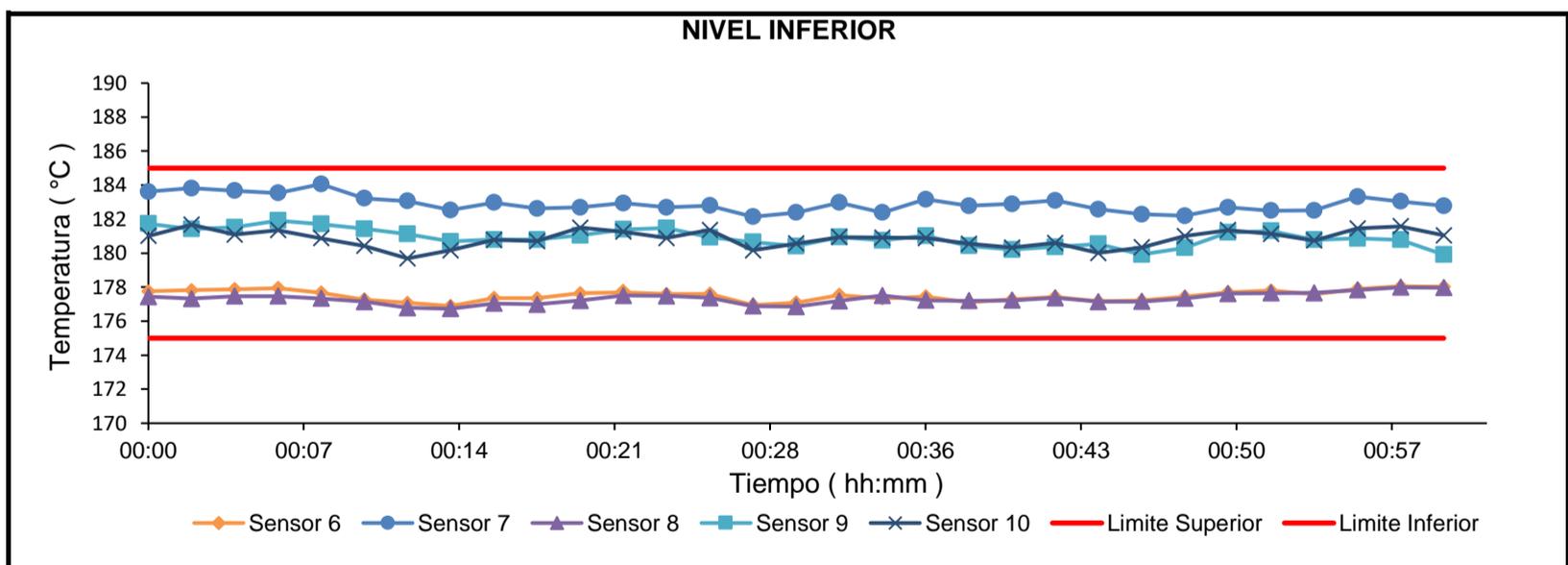
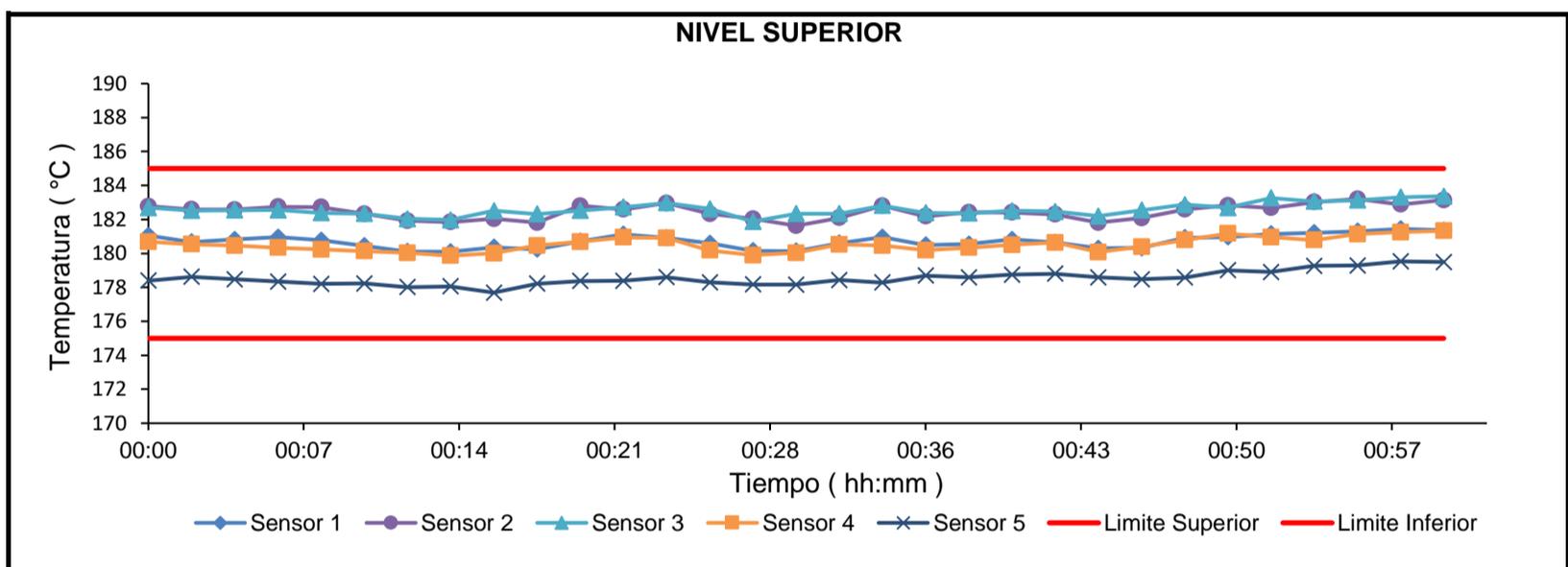
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
180 °C ± 5 °C	180	60 min	50 min	30 %	ENAVES DE ACERO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	180	181,1	182,8	182,7	180,7	178,4	177,8	183,6	177,4	181,7	181,0	180,7	6,2
00:02	180	180,7	182,6	182,5	180,5	178,6	177,8	183,8	177,3	181,4	181,7	180,7	6,5
00:04	180	180,8	182,6	182,6	180,5	178,5	177,9	183,7	177,5	181,5	181,1	180,7	6,2
00:06	180	181,0	182,8	182,6	180,3	178,3	177,9	183,5	177,5	181,9	181,4	180,7	6,1
00:08	180	180,8	182,7	182,4	180,2	178,2	177,7	184,1	177,3	181,7	180,9	180,6	6,7
00:10	180	180,5	182,3	182,3	180,1	178,2	177,3	183,2	177,2	181,4	180,4	180,3	6,1
00:12	180	180,1	181,9	182,0	180,0	178,0	177,1	183,1	176,8	181,1	179,7	180,0	6,3
00:14	180	180,1	181,9	182,0	179,9	178,1	176,9	182,5	176,7	180,7	180,2	179,9	5,8
00:16	180	180,4	182,0	182,5	180,0	177,7	177,4	183,0	177,0	180,8	180,8	180,2	5,9
00:18	180	180,2	181,8	182,3	180,5	178,2	177,4	182,6	177,0	180,8	180,7	180,2	5,6
00:20	180	180,7	182,8	182,5	180,7	178,4	177,6	182,7	177,2	181,0	181,5	180,5	5,6
00:22	180	181,1	182,6	182,7	180,9	178,4	177,7	182,9	177,5	181,4	181,3	180,7	5,4
00:24	180	180,9	183,0	183,0	180,9	178,6	177,6	182,7	177,5	181,5	180,9	180,7	5,5
00:26	180	180,6	182,3	182,6	180,2	178,3	177,6	182,8	177,4	180,9	181,4	180,4	5,4
00:28	180	180,2	182,0	181,9	179,9	178,2	177,0	182,1	176,9	180,7	180,2	179,9	5,3
00:30	180	180,1	181,6	182,3	180,0	178,2	177,1	182,4	176,9	180,4	180,6	180,0	5,5
00:32	180	180,6	182,1	182,3	180,5	178,4	177,5	183,0	177,2	180,9	180,9	180,4	5,8
00:34	180	181,0	182,8	182,8	180,5	178,3	177,3	182,4	177,5	180,8	180,9	180,4	5,5
00:36	180	180,5	182,2	182,4	180,2	178,7	177,5	183,2	177,2	181,0	180,9	180,4	6,0
00:38	180	180,6	182,4	182,4	180,3	178,6	177,1	182,8	177,2	180,4	180,6	180,2	5,7
00:40	180	180,8	182,4	182,5	180,5	178,7	177,3	182,9	177,2	180,2	180,3	180,3	5,7
00:42	180	180,7	182,3	182,5	180,6	178,8	177,4	183,1	177,4	180,4	180,6	180,4	5,7
00:44	180	180,3	181,8	182,2	180,1	178,6	177,2	182,6	177,2	180,5	180,0	180,0	5,4
00:46	180	180,3	182,1	182,6	180,4	178,5	177,2	182,3	177,2	179,9	180,3	180,1	5,4
00:48	180	180,9	182,6	182,9	180,8	178,6	177,4	182,2	177,3	180,3	181,0	180,4	5,5
00:50	180	181,0	182,8	182,7	181,2	179,0	177,7	182,7	177,6	181,2	181,4	180,7	5,2
00:52	180	181,2	182,7	183,3	181,0	178,9	177,8	182,5	177,7	181,3	181,1	180,7	5,6
00:54	180	181,2	183,0	183,1	180,8	179,3	177,6	182,5	177,7	180,8	180,7	180,7	5,5
00:56	180	181,3	183,2	183,1	181,1	179,3	177,9	183,3	177,8	180,9	181,5	180,9	5,5
00:58	180	181,4	182,9	183,3	181,3	179,5	178,1	183,0	178,0	180,8	181,6	181,0	5,3
01:00	180	181,4	183,1	183,4	181,3	179,5	178,0	182,8	178,0	179,9	181,1	180,8	5,4
T. PROM	180,0	180,7	182,5	182,6	180,5	178,5	177,5	182,9	177,3	180,9	180,8	180,4	5,7
T. MAX	180,0	181,4	183,2	183,4	181,3	179,5	178,1	184,1	178,0	181,9	181,7	181,0	6,7
T. MIN	180,0	180,1	181,6	181,9	179,9	177,7	176,9	182,1	176,7	179,9	179,7	179,9	5,2
DTT	0,0	1,3	1,6	1,5	1,5	1,8	1,2	1,9	1,3	2,0	2,0	1,1	1,5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

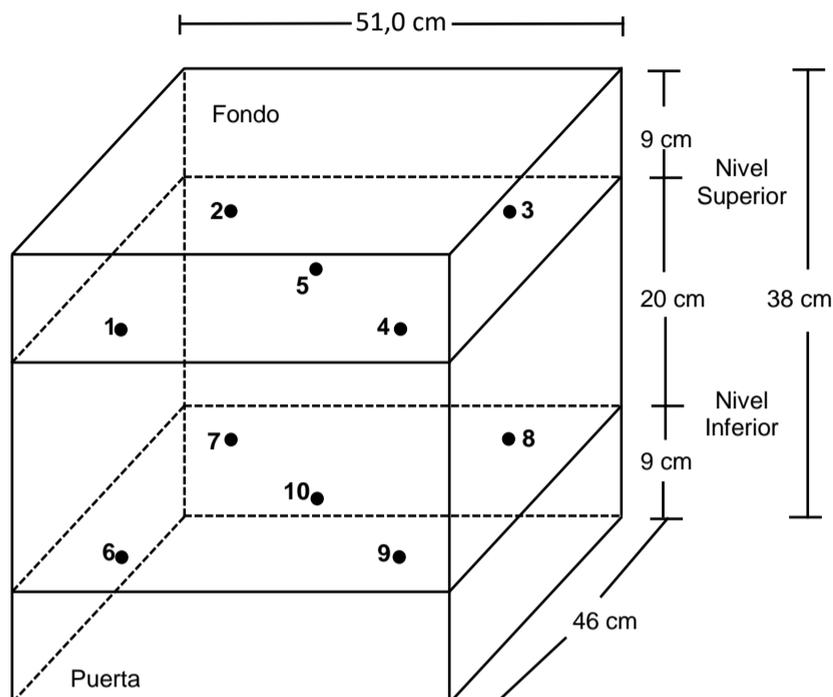
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	184,1	0,3
Mínima Temperatura Medida	176,7	0,3
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,6	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,00	0,04
Uniformidad Medida	6,7	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



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

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



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

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 29 cm por encima de la base.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 9 cm por encima de la base.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

OBSERVACIONES

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

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isothermo: 0,6 °C

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

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 5: Panel fotográfico



Foto 1: Início de via de estudio.



Foto 2: Excavación de calicata 1



Foto 3: Ubicación calicata 2



Foto 4: Excavación de calicata 2



Foto 5: Ubicación calicata 3



Foto 6: Excavación de calicata 3



Foto 7: Medición de la vía desde el punto 0 m.



Foto 8: Vía en el punto 450m



Foto 9: Profundidad calicata 1.



Foto 10: Profundidad calicata 2.



Foto 11: Profundidad calicata 3.



Foto12: Análisis granulométrico del suelo para determinar su clasificación de suelo.



Foto 13: Ensayo de límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad.

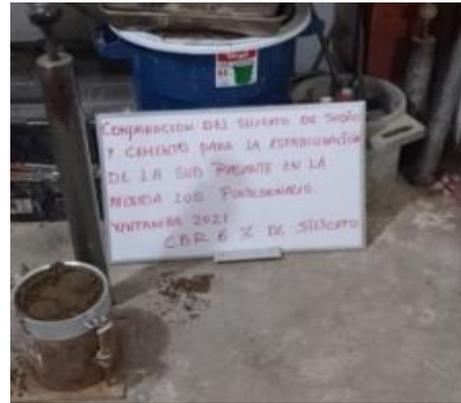


Foto 14: Ensayo máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad. Al 6% de silicato de sodio.



Foto 15: Ensayo de compactación para determinar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad. Al 6% de cemento.



Foto 16: Ensayo de relación de soporte de california, 6% de cemento.



Foto 17: Ensayo de relación de soporte de california, 4% de cemento.



Foto 18: Ensayo de relación de soporte de california CBR.



Foto 19: Ensayo de relación de soporte de california golpes.



Foto 20: Ensayo de relación de soporte de california CBR.



Foto 21: Ensayo de optimo contenido de humedad



Foto 22: horno eléctrico para secado de la muestra



Foto 23: Ensayo de Limite liquido



Foto 24: ensayo de Limite plástico

ANEXO 6: Solicitud y autorización por la empresa y/o entidad pública



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

CARTA

Señor:

BONIFAZ MORENO JUAN ANTONIO Y GAMARRA SOSA RAUL

Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte

Asunto: Autorización

De manera atenta me dirijo a usted para indicarle que de acuerdo a la solicitud presentada el día 15 de noviembre del 2021 para la realización del estudio denominado "Comparación de Silicato de sodio y cemento para la estabilización de la subrasante en la Avenida Los profesionales, Ventanilla 2021", lo siguiente:

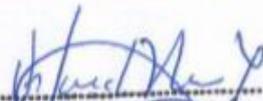
Que se le autoriza realizar 3 calicatas para los ensayos de laboratorio, toma de muestras y toma de fotografías que se crea necesario para su estudio.

Atentamente,

ORLANDO JUAN NIÑO FALCON

Secretario General

Asentamiento Humano Santa Rosa de Pachacútec – Ventanilla



Orlando Juan Niño Falcon
SECRETARIO GENERAL
A.H. SANTA ROSA DE PACHACUTEC
CEL. 9592489307

Ventanilla, 15 de noviembre del 2021

ANEXO 7: Contrato de servicios profesionales



Tel: (01) 632-9183
 Cel: 98703014 / 921295894
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villavieja - Los Olivos - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

CONTRATO DE SERVICIOS PROFESIONALES

Conste por el presente documento, el contrato de locación de servicios profesionales: Qué se suscriben en una parte, el Sr. (Sra.) **RAUL ERIKSON GAMARRA SOSA**, identificado con DNI: **46742752**, con domicilio en Jr. José Olaya 112a, Urb. Chacra Cerro, COMAS y **JUAN ANTONIO BONIFAZ MORENO**, identificado con DNI: **47163597**, con domicilio en AA.HH. Luis pardo Mz. X Lt. 01, INDEPENDENCIA, quién en adelante se le denominará: **EL GESTOR**; y de la otra parte la empresa especializada en la realización de ensayos de suelos, concreto y asfalto, **JJ GEOTECNIA SAC** representada por su gerente general la Sra. **JEYDI CCOTO TRUJILLO**, identificada con DNI: **42871491**, con domicilio en Av. A, MZ 48 LT 17, ASOC. ARMANDO VILLANUEVA - LOS OLIVOS, provincia y departamento LIMA, a quién para los efectos del presente contrato se le denominará **EL GERENTE COMERCIAL**, en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERO- EL GERENTE COMERCIAL se compromete a la realización de los siguientes ensayos:

UND	CONCEPTO	NORMA	UND	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO						
LS	ENSAYOS					
LS1	CLASIFICACION SUELO	UNI	6	1/1	108.00	648.00
LS2	ENSAYO (RESISTENCIA COMPRESION)	UNI	7	1/1	216.00	1,512.00
LS3	ENSAYO DE COMPRESION	UNI	6	1/1	48.00	288.00
					SUB TOTAL	2,448.00
					IMP	538.20
					TOTAL	3,386.20

NOTAS / ANOTACIONES

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- El cliente podrá ingresar a cualquier momento para la inscripción de sus equipos y partes integrantes
- El cliente deberá proporcionar los materiales / especificaciones para los ensayos relacionados arriba
- Se envía los certificados de calibración vigentes de los equipos
- El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- **Plazo de entrega de certificados de ensayos: 15 DÍAS HÁBILES**
- Placer a la aceptación de la presente propuesta, emitir ORDEN DE SERVICIO al correo laboratorio@jgeotecniasac.com
- **FORMAS DE PAGO: 50% ADELANTO / 50 % CONTRA ENTREGA DE CERTIFICADOS FIRMADOS**

CUENTAS DE PAGO:

C/A MONTE SACATE (C/ESTADO DEL PERU) (C/P. MONTE) (C/STO) (R) 98621522-0-13
 C/ BANCO DE CREDITO DEL PERU (BCP) (C/ C/TA) 295817522279-58
 Monto de depósitos a 1/1: 100.00 USD (C/TA) a 12% de descuento
 BANCO DE LA NACION (C/TA) (C/STO) 90029-030435

Jeydi Ccoto Trujillo
JEYDI CCOTO TRUJILLO
 GERENTE

AV. A, MZ 48, LT 17, ASOC. ARMANDO VILLANUEVA LOS OLIVOS
 Telf: (01) 726 1246 / Cel: 98703014
 informes@jgeotecniasac.com / www.jgeotecniasac.com

SEGUNDO: EL GESTOR se compromete a proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo, a proporcionar los materiales (dosificaciones) para los ensayos mencionados arriba.

TERCERO- EL GESTOR se compromete a realizar el pago al GERENTE COMERCIAL por la elaboración de los ensayos:

- 50% del monto, equivalente a S/. 1764.10 a la firma del contrato.
- 50% del monto equivalente a S/. 1764.10 a la entrega del trabajo.

CUARTO- EL GERENTE COMERCIAL se compromete a entregar los ensayos realizados, debidamente firmados por el profesional colegiado responsable.

Estando ambas partes acuerdan, dar fe de ello, en Los Olivos, a los 16 días del mes de mayo de 2022.



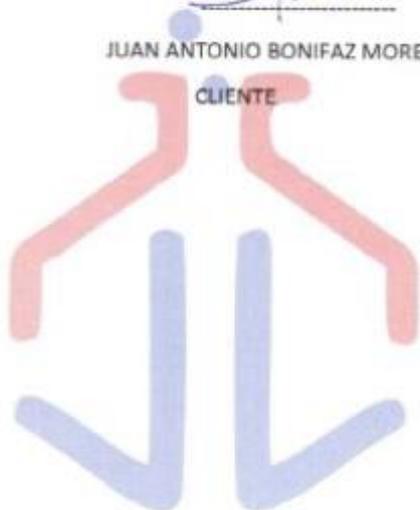
JEYDI CCOTO TRUJILLO
GERENTE



RAUL ERIKSON GAMARRA SOSA
CLIENTE



JUAN ANTONIO BONIFAZ MORENO
CLIENTE





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "COMPARACIÓN DEL SILICATO DE SODIO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LOS PROFESIONALES, VENTANILLA 2022", cuyos autores son GAMARRA SOSA RAUL ERIKSON, BONIFAZ MORENO JUAN ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 28- 11-2022 13:45:40

Código documento Trilce: TRI - 0455845