

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA
ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE
SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO
SUBRASANTE**

PRESENTADO POR:

Bach. MATAMOROS DE LA CRUZ, MARCO HIPÓLITO.

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA
ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE
SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO
SUBRASANTE**

PRESENTADO POR:

Bach. MATAMOROS DE LA CRUZ, MARCO HIPÓLITO.

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla.

Asesor

Dedicatoria

- A Dios y mis padres por su apoyo incondicional.

Marco Hipólito Matamoros De la Cruz.

Agradecimientos

- A la Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla, por su paciencia y apoyo para la culminación de esta investigación.

Marco Hipólito Matamoros De la Cruz.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Mg. Rando Porras Olarte
Jurado

Mg. Lourdes Graciela Poma Bernaola
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación	17
1.3.1. Práctica	17
1.3.2. Científica o teórica	17
1.3.3. Metodológica	17
1.4. Delimitación	17
1.4.1. Espacial	17
1.4.2. Temporal	18
1.4.3. Económica	18
1.5. Limitaciones	18
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Nacionales	20
2.1.2. Internacionales	22
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Subrasante	25
2.2.2. Suelos plásticos	25

2.2.3. Estabilización de suelos con sales	27
2.2.4. Cloruro de sodio	27
2.2.5. Estabilización de suelos con cloruro de sodio	28
2.2.6. Tipos de suelo según AASHTO	29
2.2.7. Ensayo de compactación Proctor modificado	30
2.2.8. California Bearing Ratio (CBR)	30
2.3. Definición de términos	31
2.4. Hipótesis	32
2.4.1. Hipótesis general	32
2.4.2. Hipótesis específicas	32
2.5. Variables	32
2.5.1. Definición conceptual de las variables	32
2.5.2. Definición operacional de las variables	33
2.5.3. Operacionalización de las variables	33
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA	34
3.1. Método de investigación	34
3.2. Tipo de investigación	34
3.3. Nivel de investigación	34
3.4. Diseño de la investigación	34
3.5. Población y muestra	35
3.5.1. Población	35
3.5.2. Muestra	35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.7. Procesamiento de la información	39
3.8. Técnicas y análisis de datos	40
CAPÍTULO IV	41
RESULTADOS	41
4.1. 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante	42
4.1.1. Índice de plasticidad	42
4.1.2. Equivalente de arena	45
4.2. 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante	47
4.2.1. Compactación del suelo según el Próctor modificado	47

4.2.2. Capacidad de soporte según el ensayo de CBR	49
4.3. Prueba de hipótesis	51
4.3.1. Prueba de hipótesis específica “a”	52
4.3.2. Prueba de hipótesis específica “b”	54
CAPÍTULO V	58
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
5.1. Objetivo general: Evaluar al cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante	58
5.2. Objetivo específico “a”: Determinar de qué manera el 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante	58
5.3. Objetivo específico “b”: Establecer cómo el 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	67
Anexo N° 01: matriz de consistencia	68
Anexo N° 02: certificados de laboratorio	70
Anexo N° 03: panel fotográfico	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de la subrasante.	25
Tabla 2. Clasificación de suelos de acuerdo al índice de plasticidad.	27
Tabla 3. Propiedades físicas del cloruro de sodio.	28
Tabla 4. Operacionalización de las variables.	33
Tabla 5. Muestreo.	35
Tabla 6. Ensayos considerados en el desarrollo de la investigación.	36
Tabla 8. Análisis granulométrico del suelo patrón.	41
Tabla 9. Resumen del análisis granulométrico del suelo patrón.	42
Tabla 10. Límites de consistencia del suelo patrón.	42
Tabla 11. Granulometría del cloruro de sodio.	42
Tabla 12. Resultados del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.	43
Tabla 13. Promedio y variación porcentual del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.	43
Tabla 14. Resultados del equivalente de arena.	45
Tabla 15. Promedio del equivalente de arena.	45
Tabla 16. Resultados de la compactación.	47
Tabla 17. Promedio de la compactación.	47
Tabla 18. Resultados de la capacidad de soporte.	49
Tabla 19. Promedio de la capacidad de soporte.	50
Tabla 7. Prueba de normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.	51
Tabla 20. ANOVA de un factor del índice de plasticidad.	52
Tabla 21. ANOVA de un factor del equivalente de arena.	52
Tabla 22. Comparación de grupos en cuanto al índice de plasticidad.	53
Tabla 23. Comparación de grupos en cuanto al equivalente de arena.	53
Tabla 24. Grupos homogéneos en cuanto al índice de plasticidad.	53
Tabla 25. Grupos homogéneos en cuanto al equivalente de arena.	54
Tabla 26. ANOVA de un factor de la compactación.	54
Tabla 27. ANOVA de un factor de la capacidad de soporte.	55
Tabla 28. Comparación de grupos en cuanto a la compactación.	55
Tabla 29. Comparación de grupos en cuanto a la capacidad de soporte.	55
Tabla 30. Grupos homogéneos en cuanto al peso unitario seco máximo.	56
Tabla 31. Grupos homogéneos en cuanto al óptimo contenido de humedad.	56
Tabla 32. Grupos homogéneos en cuanto a la capacidad de soporte.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar donde se extrajo las muestras de suelo.	18
Figura 2. Carta de plasticidad de Casa Grande.	26
Figura 3. Promedio del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.	44
Figura 4. Variación porcentual del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.	44
Figura 5. Promedio del equivalente de arena.	46
Figura 6. Variación porcentual del equivalente de arena.	46
Figura 7. Promedio de la compactación.	48
Figura 8. Variación porcentual de la compactación.	49
Figura 9. Promedio de la capacidad de soporte.	50
Figura 10. Variación porcentual de la capacidad de soporte.	51

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Extracción de las muestras en calicata.	135
Fotografía 2. Vista de las muestras extraídas llevadas a laboratorio.	135
Fotografía 3. Cuarteo mecánico de las muestras de suelo.	135
Fotografía 4. Secado de las muestras a temperatura ambiente.	136
Fotografía 5. Tamizado de las muestras de suelo.	136
Fotografía 6. Ensayo del límite líquido y plástico del suelo patrón.	136
Fotografía 7. Ensayo de equivalente de arena del suelo patrón y suelos con 1 %, 5 % y 10 % de NaCl.	137
Fotografía 8. Ensayo de compactación para el suelo patrón.	137
Fotografía 9. Ensayo para CBR del suelo patrón.	137
Fotografía 10. Vista del cloruro de sodio.	138
Fotografía 11. Pesado de la muestra de cloruro de sodio.	138
Fotografía 12. Vista del cloruro de sodio sin secar.	138
Fotografía 13. Vista del cloruro de sodio después del secado.	139
Fotografía 14. Pesado del cloruro después del tamizado.	139
Fotografía 15. Suelo con 1 % de cloruro de sodio.	139
Fotografía 16. Suelo con 5 % de cloruro de sodio.	140
Fotografía 17. Suelo con 10 % de cloruro de sodio.	140
Fotografía 18. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 1 % de cloruro de sodio.	140
Fotografía 19. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 5 % de cloruro de sodio.	141
Fotografía 20. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 10 % de cloruro de sodio.	141
Fotografía 21. Combinación del suelo con 1 % de cloruro de sodio para el ensayo de Proctor modificado.	141
Fotografía 22. Compactación del suelo con 1 % de cloruro de sodio.	142
Fotografía 23. Mezcla del suelo con 5 % de NaCl para el ensayo de Proctor modificado.	142
Fotografía 24. Mezcla del suelo con 10 % de NaCl para el ensayo de Proctor modificado.	142
Fotografía 25. Ensayo para CBR de suelo con 1 % de cloruro de sodio.	143
Fotografía 26. Ensayo para CBR de suelo con 5 % de cloruro de sodio.	143
Fotografía 27. Ensayo para CBR de suelo con 10 % de cloruro de sodio.	143

RESUMEN

La presente investigación contó con el problema: ¿Cuál es el resultado que se obtiene de la evaluación del cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante?, objetivo: Evaluar el resultado que se obtiene del cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante, e hipótesis general: El cloruro de sodio estabiliza significativamente las propiedades físicas y mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

El método de investigación que se utilizó fue el científico, un tipo aplicado, el nivel fue explicativo y el diseño fue el experimental. La población correspondió al suelo de subrasante del Jr. San Isidro en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en el departamento de Junín; y la muestra según el tipo de muestreo no probabilístico fue aproximadamente 720 kg de suelo de la subrasante extraído por medio de una calicata en el Jr. San Isidro entre la Av. Panamericana Sur y el Jr. Junín.

La conclusión general es que, el cloruro de sodio en una concentración de 10 % estabiliza significativamente las propiedades de los suelos expansivos para su uso como subrasante, pues con 1 % y 5 % de NaCl a pesar que presentó la mejora de las propiedades físicas y mecánicas estas no fueron significativas estadísticamente.

Palabras clave: cloruro de sodio, suelos expansivos, subrasante, estabilización de propiedades.

ABSTRACT

The present research had the problem: What is the result obtained from the evaluation of sodium chloride in the stabilization of the properties of expansive soils for use as subgrade, objective: To evaluate the result obtained from sodium chloride in the stabilization of the properties of expansive soils for use as subgrade, and general hypothesis: Sodium chloride significantly stabilizes the physical and mechanical properties of expansive soils for use as subgrade.

The research method used was scientific, an applied type, the level was explanatory and the design was experimental. The population corresponded to the subgrade soil of Jr. San Isidro in the district of Huancán, province of Huancayo in the department of Junín; and the sample according to the non-probabilistic sampling type was approximately 720 kg of subgrade soil extracted by means of a test pit in Jr. San Isidro between Av. Panamericana Sur and Jr. Junín.

The general conclusion is that sodium chloride at a concentration of 10% significantly stabilizes the properties of expansive soils for use as subgrade, because with 1% and 5% NaCl, although it improved the physical and mechanical properties, these were not statistically significant.

Key words: sodium chloride, expansive soils, subgrade, stabilization of properties.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada “Evaluación del cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante”, nació de la problemática que se presenta en la construcción de carreteras cuando se encuentran suelos expansivos de baja capacidad de soporte y elevado índice de plasticidad tal como señala Salinas y Villao (2019), es así que se planteó como objetivo evaluar el resultado que se obtiene del cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante, por ello se extrajo suelo de una calicata del Jr. San Isidro ubicado entre el Jr. Junín y la Av. Panamericana Sur, en el distrito de Huancán, de la provincia de Huancayo en el departamento de Junín, para proceder a estabilizarlo con cloruro de sodio en dosificaciones de 1 %, 5 % y 10 % en relación al peso del suelo y evaluar con ello la variación del índice de plasticidad, equivalente de arena, compactación (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad) y capacidad de soporte (CBR).

Para un mejor entendimiento del contenido de la investigación se detalla los siguientes capítulos:

Capítulo I: Problema de investigación, contiene el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema (se encuentran el problema general y problemas específicos), la justificación (práctica y metodológica), la delimitación (espacial, temporal y económica), las limitaciones encontradas durante la ejecución y los objetivos.

Capítulo II: Marco teórico, que contiene los antecedentes tanto nacionales e internacionales, el marco conceptual donde se estable conceptos de subrasante, suelos plásticos, estabilización de suelos con sales, cloruro de sodio, estabilización de suelos con cloruro de sodio, los tipos de suelos según el sistema AASHTO, el ensayo de compactación y el ensayo de CBR; adicionalmente, en este capítulo se tiene la definición de términos, las hipótesis y las variables de la investigación.

Capítulo III: Metodología, donde se consideró el método de investigación, el tipo de investigación, el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los procedimientos de recolección de datos y las técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados, en este capítulo se detalla los resultados en cuanto al índice de plasticidad, equivalente de arena, compactación y capacidad de soporte del suelo con adición de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % respecto al peso seco; asimismo, se tiene la prueba de hipótesis estadísticas.

Capítulo V: Discusiones, en consideración de los resultados y los antecedentes de la investigación.

Finalmente, se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos como la matriz de consistencia, los certificados de dos laboratorios y el panel fotográfico.

Bach. Marco Hipólito Matamoros De la Cruz.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, la causa de los problemas en la construcción de carreteras, en la mayoría de casos se da por la presencia de suelos expansivos que muestran cambios volumétricos significativos ante la presencia de agua; lo cual, se refleja en un deficiente estado de conservación de la vía, que por la baja calidad de soporte del suelo expansivo de elevada plasticidad es sensible a la humedad provocando variaciones volumétricas (Salinas y Villao, 2019).

En el Perú, el mayor porcentaje de vías son conformadas por los caminos de bajo volumen de tránsito, siendo estos más propensos a deterioros a diferencia de las vías pavimentadas; asimismo, al encontrarse la vía expuesta al medio ambiente pierde la humedad y por ende el ligante natural disminuyendo sus propiedades físicas y mecánicas (Quiroz, 2020).

El departamento de Junín cuenta con numerosas vías no pavimentadas que a su vez se encuentran sobre suelos expansivos, la inestabilidad de los suelos es uno de los principales problemas en Junín, que presentan las obras de construcción civil; para corregir este problema se usan variadas técnicas de estabilización de suelos; una de las formas es aquella que se realiza utilizando productos químicos no tóxicos que ceden a estos suelos un mejor comportamiento en servicio, tal es el caso del Cloruro de Sodio ya que puede alcanzar una mejora en la cohesión en los suelos expansivos.

Es así que, esta investigación evaluó si el cloruro de sodio (NaCl) mejora la cohesión del suelo de subrasante por su poder aglutinante, viéndose reflejado en la modificación de sus propiedades físicas y mecánicas teniendo así buenos resultados en el uso de la subrasante.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado que se obtiene de la evaluación del cloruro de sodio para mejorar las propiedades de cohesión en los suelos expansivos para su uso como subrasante?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este modifica la cohesión en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante?
- b) ¿Cuál es el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5% y 10 % de cloruro de sodio y como este interviene en la cohesión de las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

La justificación práctica de la presente investigación se basa en la mejora de cohesión de las propiedades físicas y mecánicas que poseen los suelos expansivos; que al no ser tratadas debidamente traen consigo daños estructurales y superficiales a la vía que se construya sobre estos.

1.3.2. Científica o teórica

Esta investigación presenta justificación científica o teórica pues se realizó una reflexión sobre el conocimiento existente referente a la mejora de suelos con cloruro de sodio que en la actualidad no se cuenta con dosificaciones establecidas para su aplicación en suelos expansivos.

1.3.3. Metodológica

La justificación metodológica de la presente investigación se fundamenta en que se estableció una secuencia de pasos para la utilización del cloruro de sodio para mejorar la cohesión de suelos expansivos para subrasante, en cuanto al porcentaje óptimo por el peso del suelo.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La investigación consideró al suelo procedente del Jr. San Isidro ubicado entre el Jr. Junín y la Av. Panamericana Sur, en el distrito de Huancán, de la provincia de Huancayo en el departamento de Junín, tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 1. Ubicación del lugar donde se extrajeron las muestras de suelo.
Fuente: Google Maps (2021).

1.4.2. Temporal

La presente investigación se ejecutó desde el mes de marzo hasta octubre de 2021.

1.4.3. Económica

Todos los costos generados para el desarrollo de la presente tesis fueron asumidos por el investigador.

1.5. Limitaciones

La limitación presentada fue la económica pues no permitió realizar un mayor número de calicatas en la zona de estudio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el resultado que se obtiene con el cloruro de sodio para mejorar las propiedades con la cohesión en los suelos expansivos para su uso como subrasante.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.
- b) Establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Ñahui y Vallejos (2021) realizaron la tesis “Aplicación de aditivo químico cloruro de sodio para la conservación de la carretera departamental HV116 tramo km 59.914 - km 60.914, Huancavelica - 2020”, donde el objetivo fue determinar la influencia de aplicar el cloruro de sodio en la conservación de la carretera en mención. Es así que, consideraron el suelo de tres calicatas, la primera ubicada en el km 59.914, la segunda en el km 60.414 y la tercera en el km 60.914, procediendo a determinar su clasificación, el límite líquido, el límite plástico, el índice de plasticidad, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR de los suelos en estado natural y con adición de cloruro de sodio en 2 %, 4 % y 6 %. Como resultados encontraron que, el suelo de la primera calicata correspondió a un A-4, de la segunda calicata fue A-6 y de la tercera calicata fue A-2-4; en cuanto al índice de plasticidad en todos los casos se redujo, incrementándose la densidad seca máxima, reduciéndose el contenido de humedad óptimo e incrementando el CBR. A las conclusiones que llegó fueron que, la adición de cloruro de sodio tiene un efecto favorable en la conservación de la vía no pavimentada, pues encontraron mejoras en las propiedades físicas y mecánicas.

Flor y Torres (2020) desarrollaron la tesis “Estabilización de suelos arcillosos para el mejoramiento de propiedades mecánicas con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima, 2020”, donde el objetivo fue demostrar la influencia del cloruro de sodio en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos. Para ello consideraron en primera instancia determinar el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, contenido de humedad, índice de grupo, diámetros de partículas y pasantes acumulados del suelo natural, para continuar con la adición de 4 %, 6 % y 10 % de cloruro de sodio y medir así el CBR, el esfuerzo de compresión no confinada, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y el ángulo de fricción interna. Como resultados encontraron que el suelo existente correspondía a un tipo CH (arcilla de alta plasticidad con arena), el incremento del CBR y compresión no confinada, reducción del contenido óptimo de humedad, incremento de la máxima densidad seca, reducción de la cohesión e incremento del ángulo de fricción con la adición de cloruro de sodio, siendo los mayores valores con 10 % de este aditivo. Concluyeron que la adición de cloruro de sodio sí influye significativamente en la capacidad de soporte, contenido de humedad, máxima densidad seca, resistencia al esfuerzo de cortante triaxial y ángulo de fricción.

Quiroz (2020) en su investigación “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque”, consideró como objetivo el evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 1 %, 1.5 % y 2 % en la estabilización de un suelo areno arcilloso. Para ello, realizó ensayos como la granulometría, contenido de humedad, contenido de sales, límites de Atterberg, peso específico, Proctor modificado y CBR en el suelo natural y con adición de sal. Dentro de los resultados que obtuvo se encuentra que, con la adición de cloruro de sodio el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y óptimo contenido de humedad disminuyen a diferencia de la máxima densidad seca y CBR que incrementan, Como conclusión, llegó a establecer la adición del 1 %, 1.5 % y 2 % de cloruro de sodio en el suelo incrementa el CBR en hasta 0.35 % más en comparación al suelo natural;

además, recomienda la utilización del mismo en porcentajes no mayores al 1 % en relación al peso del suelo.

Iparraguirre y Rodríguez (2020) desarrollaron la tesis “Efecto del cloruro de sodio en el CBR de un suelo arcilloso en el caserío de Huangamarca, distrito de Otuzco”, estableciendo como objetivo determinar el efecto del cloruro de sodio en el CBR de un suelo arcilloso considerando el 15 %, 20 % y 25 %. Para el cumplimiento del mismo, realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR del suelo de dos calicatas en estado natural y con adición de cloruro de sodio. Como resultados obtuvieron que, en la calicata uno el CBR al 100 % se incrementó considerando 15 % y 20 %, más con 25 % se vio reducido; del mismo modo, en el suelo de la calicata dos se incrementó el CBR al 100 % con 15 %, 20 % y 25 %. Concluyendo así, que el porcentaje óptimo de cloruro de sodio es de 20 % por presentar mejores resultados.

Salazar (2016) realizó la investigación “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca”, estableciendo como objetivo establecer las características físicas y mecánicas del suelo en estudio, comparar la capacidad de soporte del mismo con adiciones de cloruro de sodio en 1 %, 2 % y 3 % por m³. Para lo cual, realizó ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR en suelos obtenidos de ocho calicatas. Como resultados, obtuvo que, con la adición del 1 %, 2 % y 3 % de cloruro de sodio el CBR al 100 % se incrementa en relación a la muestra natural. Por lo tanto, concluye que, la dosificación óptima de cloruro de sodio es de 2 % por metro cúbico, descartándose el 1 % y 3 % por cumplir las condiciones técnicas y económicas.

2.1.2. Internacionales

Andrés-Brauer, Giubergia y Gil-Costa (2019) realizaron el artículo científico “Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros” cuyo objetivo fue evaluar las técnicas para reducir el polvo en suspensión en caminos mineros. Para lo cual, experimentaron con 14 %, 30 %, 35 % y 40 % de melaza, 10 %, 20 % y 27 % de hidróxido de magnesio,

3 % de Total Ground Control (TGC), 20 % de cloruro de sodio y 1.2 g/cm³ de cloruro de magnesio, procediendo a medir la cantidad de polvo por medio del captador de polvo E-sampler. Como resultados encontraron que, con la aplicación de melaza se logra perdurar la aglomeración de las partículas en hasta 16 días, con el hidróxido de magnesio no genera costras, el TGC genera una costra poco resistente, con cloruro de sodio aporta una buena consolidación del suelo y evita la acumulación de nieve; mientras que, con el cloruro de magnesio los resultados fueron más favorables al contar previamente con el tratamiento de suelo – cloruro de sodio. Finalmente, concluyeron que, el empleo de cloruro de magnesio es aquel que presentó mejores resultados en cuanto al control de polvo en caminos no pavimentados.

Larrea y Rivas (2019) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio”, consideró como objetivos el caracterizar técnicamente a un suelo arcilloso, realizar ensayos para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con adición de cloruro de sodio y cloruro de calcio; así como determinar el porcentaje óptimo de los mismos. Para lo cual, realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR, colorimetría y pH con variaciones de contenido de cloruro de sodio y cloruro de calcio en 1 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 %. Como resultados obtuvieron que, el suelo patrón consignó una clasificación SUCS de GC y una clasificación AASHTO de A2-6(4), que con la adición de cloruro de sodio se denotó la reducción del límite líquido, del límite plástico e índice de plasticidad, estableciendo así un porcentaje óptimo de 15 % cuyo CBR al 95 % se redujo en 11.26 % en relación al suelo patrón; respecto a la estabilización con cloruro de calcio, el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad también se redujeron, considerando un 20 % como porcentaje óptimo, resultando un CBR al 95 % menor en 79.54 % en comparación al suelo patrón. Con ello, llegaron a la conclusión que, las mejorías al suelo por parte del cloruro de sodio y cloruro de calcio, corresponden a mantener la humedad en el suelo reduciendo así la cantidad de agua necesaria para alcanzar la densidad máxima seca, a pesar que se ve reducida la capacidad de soporte.

Salinas y Villao (2019) desarrollaron la tesis “Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche”, considerando como objetivos el analizar las propiedades de los suelos expansivos, como su plasticidad y potencial de expansión con adición de sal, cal y estabilizados con geoceldas; además, de evaluar el costo de cada uno de los métodos. Para lo cual, realizaron ensayos del contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, gravedad de sólidos, límite e índice de contracción, granulometría, expansión, Proctor modificado y CBR con variaciones de 3 %, 5 % y 7 %. Obteniendo así como resultados, que a la adición de sal y cal, el límite líquido se reduce, el límite plástico se incrementa y el índice de plasticidad se reduce; no obstante, el límite de contracción se incrementa, con lo cual establecieron que el contenido óptimo de cal es de 5.53 % y de sal es de 4.93 %, con lo cual se tiene el incremento del CBR del suelo; en cuanto al costo, determinaron que la adición de cal por m³ es de \$11.52, de sal es de \$ 7.13 y de geoceldas es de \$ 18.86. Por lo tanto, concluyen que, de acuerdo a los resultados correspondientes al índice de plasticidad, límite de contracción, hinchamientos, expansión y análisis económico, la utilización de sal es la opción más viable.

Tique et al. (2019) realizaron el artículo científico “Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso” con el objetivo de comparar al óxido de calcio (CaO) y al cloruro de sodio (NaCl) para la estabilización de suelos arcillosos. Por consiguiente, utilizaron 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, 10 % y 16 % de ambos estabilizadores en el suelo para comparar la variación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. Como resultados encontraron que, el empleo de cloruro de sodio en el suelo reduce en hasta 37 % más el índice de plasticidad en comparación del óxido de calcio. Es así que, concluyen que el 8 % de cloruro de sodio en relación al peso seco del suelo es el porcentaje óptimo para reducir la plasticidad del suelo arcilloso que consideraron en el estudio siendo este un tipo CH (arcilla de alta plasticidad).

Heitzer (2017) desarrolló la tesis “Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados”, donde su objetivo fue evaluar el efecto y comportamiento del empleo del cloruro de sodio y cloruro de magnesio en la absorción, pérdida de humedad y retención del suelo bajo diversas condiciones. Para lo cual, empleó suelos sin índice de plasticidad, con índice de plasticidad igual a 10 % y con índices de plasticidad igual a 20 %, a los cuales adicionó las sales en 80, 70 y 60 kg/m³, procediendo a someter a las muestras al secado en horno a los 20, 30 y 50 °C, además de la cámara humedad con humedad relativa de 40, 65 y 90 %. Como resultados encontró que, los suelos tendieron a seguir absorbiendo la humedad durante los periodos de prueba, mientras que al ser sometidas a 20 °C no se dio la pérdida de humedad; en cuanto a la absorción y evaporación encontró que el suelo sin índice de plasticidad es aquel que presentó menor capacidad de absorción. Concluyó entonces que, los suelos donde se utilizó el cloruro de magnesio fueron aquellos con mayor humedad en comparación de los suelos con cloruro de sodio.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Subrasante

Corresponde a la capa superficial de terreno natural, el espesor de análisis para la construcción de carreteras es de hasta 0.45 m mientras que, para rehabilitación los 0.20 m (MTC, 2008).

Tabla 1. Categorías de la subrasante.

Símbolo	Descripción	CBR
S0	Subrasante muy pobre	< 3 %
S1	Subrasante pobre	3 % - 5 %
S2	Subrasante regular	6 % - 10 %
S3	Subrasante buena	11 % - 19 %
S4	Subrasante muy buena	> 20 %

Fuente: MTC (2008).

2.2.2. Suelos plásticos

Cuando hay una variación en el contenido de agua de un suelo adopta una consistencia denominado plasticidad. La plasticidad es aquella afinidad al

agua que permite al suelo aceptar deformaciones sin romperse. Los estados de consistencia que hay de una masa de suelo plástico están en función del contenido de humedad, los cuales son sólidos, líquido y plástico. Esto sucede cuando la humedad del suelo varía, donde para determinar en qué estado se encuentra el suelo se ha probado varios ensayos, siendo los más utilizadas los de Atterberg y Terzaghi. Sabiendo del Límite Líquido y el Límite Plástico se puede obtener el Índice de Plasticidad, solo con la diferencia numérica entre ellos (Larrea y Rivas, 2019):

$$IP = LL - LP$$

El Índice de plasticidad representa en porcentaje (%) la humedad que debe tener el suelo para poder conservarse en estado plástico. El índice también es un buen indicador de la compresibilidad a mayor el IP, mayor es la compresibilidad del suelo (Larrea y Rivas, 2019).

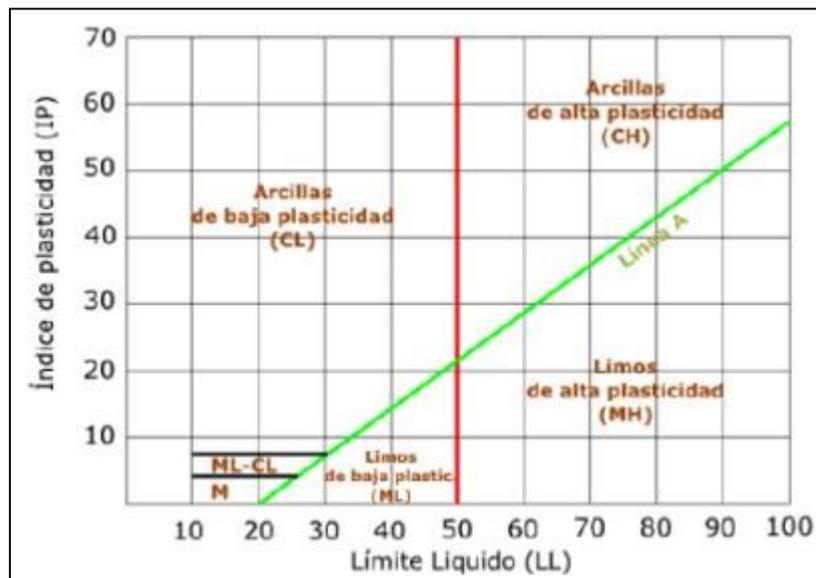


Figura 2. Carta de plasticidad de Casa Grande.

Fuente: Larrea y Rivas (2019).

Límite líquido (L.L): Se define como el porcentaje de humedad, con relación al peso seco de la muestra, con el cual se produce el cambio de estado de la muestra, del líquido al plástico. La cohesión es casi nula cuando el suelo se encuentra en su límite líquido (Salinas y Villao, 2019).

Límite plástico (L.P): Es el porcentaje de humedad con relación al peso seco de la muestra, con el cual los suelos cohesivos pasan de un estado plástico a semisólido (Salinas y Villao, 2019).

Índice de plasticidad (I.P): Es la diferencia numérica entre el límite líquido y plástico (Salinas y Villao, 2019).

Tabla 2. Clasificación de suelos de acuerdo al índice de plasticidad.

índice de plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20; IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC (2014).

Límite de contracción (L.C): Porcentaje de humedad con relación al peso seco de la muestra, con el que, al disminuir el agua en cierta cantidad, ya no se ocasiona más reducción del volumen de la muestra. Es el porcentaje de humedad, en el cual el suelo pasa de estado semisólido a sólido (Salinas y Villao, 2019).

2.2.3. Estabilización de suelos con sales

Las sales se forman a partir de la neutralización de un ácido con una base. Las sales normales tales como el cloruro de sodio (NaCl), cloruro de calcio (CaCl₂) o cloruro de potasio (KCl) son sales completamente neutralizadas, es decir que no contienen exceso de iones ácidos de hidrógeno (H⁺) ni básicos de hidróxilo (OH⁻). Se designan como sales ácidas aquellas que contienen exceso de iones de hidrógeno, como el bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y a las que contienen exceso de iones hidroxilo se les designa como sales básicas (Garnica et al., 2002).

En el laboratorio, se han estudiado, un gran número de sales (NaCl, CaCl₂, NaNO₃, Na₂CO₃, BaCl₂, MgCl₂, KCl) pero tanto la economía como su disponibilidad han hecho que solamente se utilicen algunas, siendo las más utilizadas el cloruro de sodio y el cloruro de calcio (Garnica et al., 2002).

2.2.4. Cloruro de sodio

Es un mineral higroscópico del cual se puede adquirir mediante tres métodos (Larrea y Rivas, 2019):

- A través de la evaporación del agua salada.
- Extracción directa de minas de sal.

- Evaporación del agua de mar a través del empleo de hornos.
- Su forma de comercialización se presenta de dos formas:
- Sal granulada
- Sal en polvo
- Con diferentes grados de pureza

El cloruro de sodio es uno de los compuestos más abundantes en la Tierra, que se crea a partir de la formación del Sodio (catión) y el Cloruro (anión). Es de fácil disolución en agua y no es inflamable. Es inodoro, pero tiene un sabor básicamente “salado”. No reacciona ante otros compuestos químicos de manera normal ya que requiere de la adición de energía para producir una reacción química. Es también conocido como un excelente conductor de electricidad. Su uso más común es en el campo de la alimentación para resaltar los sabores de las comidas, e inclusive, tiene cierta facultad medicinal en cuanto se refiere a aliviar la deshidratación. Pero, en el punto de vista ingenieril, el cloruro de sodio se lo ha utilizado como un estabilizador de suelos que aún sigue en proceso de investigación (Larrea y Rivas, 2019).

Tabla 3. Propiedades físicas del cloruro de sodio.

Propiedad	Descripción
Estado de agregación	Sólido
Apariencia	Cristales blancos e incoloros, pulverizados.
Densidad	2.16 g/cm ³
Punto de congelación	-21.12 °C
Punto de fusión	801 °C
Punto de ebullición	1465 °C
Estructura cristalina	Cubos de cristal blanco
Presente en la naturaleza	Se encuentra en grandes masas sólidos o disuelto en el agua marina.
Solubilidad	En agua, amoníaco, metanol. Etilenglicol, glicerol. Glicol y ácido fórmico.
pH	Neutro

Fuente: Larrea y Rivas (2019).

2.2.5. Estabilización de suelos con cloruro de sodio

En lo que respecta a la estabilización de suelos con Cloruro de Sodio se ha discutido mucho en lo concerniente al cambio en el peso volumétrico de una arcilla con la adición de esta sal, pues mientras algunos investigadores

aseguran un pequeño incremento, otros no han encontrado tal cosa; pero en lo que, sí parece existir un común acuerdo, es en que la adición de sal hace que se disminuya la humedad óptima. Se admite teóricamente que el cloruro de sodio ocasiona que la arcilla se estructure en forma dispersa, produciéndose así un acercamiento entre las partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, pero en la práctica este criterio no se ha verificado en todos los casos, por lo que no se debe generalizar (Garnica et al., 2002).

Al agregar la sal se considera que se reduce la evaporación del agua debido al incremento en la tensión superficial. Sin embargo, cuando la aportación de agua a la superficie expuesta es menor que la evaporación, la superficie se empieza a secar y el cloruro de sodio se cristaliza en la superficie y en los vacíos, lo que puede ayudar a formar una barrera que impedirá posteriores evaporaciones (Garnica et al., 2002).

Cuando el mezclado se hace en planta ha sido práctica común adicionar la sal en forma de solución y cuando se intente la estabilización con sal deberán tenerse presentes las siguientes limitaciones (Garnica et al., 2002):

- El cloruro de sodio es muy útil en climas con problemas de congelamiento.
- Se puede esperar un mejor resultado si el suelo contiene material fino que reaccione con la sal.
- La materia orgánica inhibe la acción de la sal.
- El rodillo pata de cabra no ha dado buenos resultados en la compactación de suelos con sal adicionada.
- Es indispensable la intervención de un técnico especializado en todo estudio de estabilización con sal, incluyendo las pruebas correspondientes.

2.2.6. Tipos de suelo según AASHTO

Según Larrea y Rivas (2019) primero, se debe hacer una clasificación de forma general de la muestra, determinando que tipo de material es, ya sea granular o limo-arcilloso. Para poder clasificar la muestra como un material

granular, se debe tomar en cuenta el porcentaje del pasante del tamiz N° 200 ya que si es menor del 35 % se considera material granular sino sería un material limo-arcilloso. Después de las clasificaciones generales se procede a elegir el grupo y Subgrupo que pertenece la muestra como, por ejemplo:

- Grupo: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5 y A-6.
- Subgrupo: A-1-a, A-1b, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-7, A-7-5 Y A-7-6.

En la determinación del Grupo y Subgrupo, se procede a descartar tomando en cuenta muchos factores como son:

- El porcentaje que pasa por el tamiz N° 10, N° 40, N° 100.
- Características que pasa del tamiz N° 40: límite líquido e índice de plasticidad.
- Por último, en base a los factores antes mencionados se determina el índice de grupo y la tipología de la muestra.

2.2.7. Ensayo de compactación Proctor modificado

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6”) de diámetro con un pisón de 44.5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18”), produciendo una energía de compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)). Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30 % o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19 mm (¾”) (Quiroz, 2020).

2.2.8. California Bearing Ratio (CBR)

Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo (NTP 339.175, 1999). Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones

determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria (Quiroz, 2020).

2.3. Definición de términos

Contenido de humedad. - La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua (Quiroz, 2020).

Límites de Atterberg. - A través de los límites de Atterberg, se pueden caracterizar bajo en qué estado de consistencia se encuentra la muestra de suelo fino. Los 4 estados de consistencia según su humedad son: Estado sólido, cuando no presenta humedad alguna. A medida que se va agregando agua a la muestra, sus estados van cambiando a semisólido, plástico y líquido (Larrea y Rivas, 2019).

Minerales arcillosos. - Los minerales arcillosos son complejos silicatos de aluminio compuestos de una o dos unidades básicas: tetraedro de sílice y octaedro de alúmina. Cada tetraedro consiste en cuatro átomos de oxígeno que rodean a un átomo de silicio. La combinación de unidades de tetraedros de sílice da una lámina de sílice (Salinas y Villao, 2019).

Suelos expansivos. - Los suelos expansivos son percibidos de tipo arcilloso inestable, específicamente cuando estos se encuentran en presencia de humedad, debido a los cambios de volumen que presentan cuando se da este fenómeno, de aquí es que provocan los daños significativos en edificaciones que estén cercanos a estos tipos de suelos, por lo que en el caso de presentar ya sea una expansión o contracción del material, causan grietas en paredes o en su defecto, un problema sumamente importante hacer fallar los edificios afectando directamente las cimentaciones (Salinas y Villao, 2019).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El cloruro de sodio mejora las propiedades de cohesión significativamente en los suelos expansivos para su uso como subrasante.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) Al incorporar 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en relación a la muestra patrón se puede observar que modifica la cohesión en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en el índice de plasticidad y equivalente de arena.
- b) Al incorporar 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en relación a la muestra patrón se puede observar que interviene la cohesión en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en compactación y capacidad de soporte.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): cloruro de sodio. – Es un mineral higroscópico del cual se puede adquirir mediante tres métodos: a través de la evaporación del agua salada, extracción directa de minas de sal y evaporación del agua del mar a través del empleo de hornos (Larrea y Rivas, 2019).

Variable dependiente (Y): propiedades de suelos expansivos para subrasante. – Corresponde a las características representativas del suelo,

tanto físicas y mecánicas de acuerdo a lo requerido por el MTC (2013).

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): cloruro de sodio. – Se utilizó el cloruro de sodio en dosificaciones de 1 %, 5 % y 10 % en relación al peso del suelo fino.

Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos expansivos para subrasante. – Para su evaluación se midió el índice de plasticidad, el equivalente de arena, el grado de compactación y la capacidad de soporte de los suelos expansivos, considerando los parámetros establecidos por el MTC (2013).

2.5.3. Operacionalización de las variables

La Tabla 4 muestra las dimensiones e indicadores de las variables consideradas en la investigación.

Tabla 4. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X): Cloruro de sodio	Propiedades físicas	Peso del cloruro de sodio
		Cantidad del cloruro de sodio
Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos expansivos para subrasante	Propiedades físicas	Índice de plasticidad
		Equivalente de arena
	Propiedades mecánicas	Proctor modificado
		Capacidad de soporte (CBR)

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Fue el científico, concordando lo mencionado por Carrasco (2007), que este método genera nuevos conocimientos basados en un metodología ordenada y sistematizada que considera: la observación, planteamiento del problema, formulación de hipótesis, experimentación y conclusiones.

3.2. Tipo de investigación

Fue la aplicada; Borja (2016) menciona que, logra averiguar alternativas o plantear soluciones a problemas reales mediante la aplicación del conocimiento ya existente; por lo tanto, se buscó estabilizar las propiedades físicas y mecánicas de suelos con el uso de cloruro de sodio; empleando teorías relacionadas a suelos.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativa, Hernández et al., (2014) refiere que, este nivel busca instituir las causas y efectos entre las variables de estudio. Es así que, se evaluó diferentes proporciones de cloruro de sodio en las propiedades físicas y mecánicas de un suelo expansivo.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación fue el experimental, concordando con Ccanto (2010), así se manipuló la variable independiente para posteriormente medir

las variaciones en las variables dependientes. Por lo tanto, se manipuló las cantidades de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % en relación al peso del suelo, a fin de medir las variaciones de las propiedades del suelo expansivo para subrasante.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió al suelo de subrasante del Jr. San Isidro en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.

Tabla 5. Muestreo.

Ensayo	N° de Ensayos			
	Suelo natural	SN + 1 % NaCl	SN + 5 % NaCl	SN + 10 % NaCl
Límite líquido	6	6	6	6
Límite plástico	6	6	6	6
Equivalente de arena	6	6	6	6
Compactación	6	6	6	6
Capacidad de soporte	6	6	6	6

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Muestra

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional correspondió aproximadamente 720 kg de suelo de subrasante extraído por medio de dos calicatas en el Jr. San Isidro entre la Av. Panamericana Sur y el Jr. Junín, del distrito de Huancán en la provincia de Huancayo, esto para la realización de los ensayos por grupos y dosificaciones según la Tabla 5:

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa. – Se utilizó para las mediciones en laboratorio, siendo esta la técnica fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Revisión bibliográfica. – Consistió en la búsqueda de fuentes o referencia bibliográficas en forma digital o impresa. Su aplicación se dio desde inicios para el muestreo en campo y para la ejecución de los ensayos en laboratorio.

Trabajo en campo. – Esta técnica consistió en la adecuada selección de suelos para los ensayos en laboratorio; por lo que siguió lo estipulado en las siguientes normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016), tal como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 6. Ensayos considerados en el desarrollo de la investigación.

Norma	Nombre	Alcance	Equipos y materiales	Muestra	Procedimiento
MTC E 106	Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo) para el suelo natural	Para que las muestras recibidas de campo sean preparadas en seco para la ejecución del análisis granulométrico y demás constantes.	- Balanza. - Mortero con mayo de caucho. - Tamices. - Cuarteador mecánico.	- Debe estar expuesta al aire hasta su secado total, donde la muestra representativa puede ser obtenida por medio del cuarteador mecánico o manual.	Pesado de la muestra, para posteriormente ser pasada por el tamiz N° 10, donde la porción que se retiene es desmenuzada con el mortero para ser tamizada nuevamente, ser lavada, secada y pesada. Para así realizar el ensayo de análisis granulométrico y constantes del suelo.
MTC E 107	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	Propone el método para la determinación de los porcentajes de suelos que pasan por diversos tamices hasta el N° 200.	- Dos balanzas. - Estufa. - Tamices de malla cuadrada. - Envases. - Cepillo y brocha.	Puede ser lavada o no de acuerdo a las características de los materiales finos, es así que se prepara dos fracciones, la primera retenida en el tamiz N° 4 y la otra que pasa, siendo ensayadas por separado.	Se mueve los tamices en forma circular ya sea de forma manual o mecánica, para después determinar el peso de cada fracción retenida en los tamices.
MTC E 108	Determinación del contenido de humedad de un suelo	Corresponde a la humedad del suelo que se expresa en porcentaje del peso del agua en una determinada masa del mismo.	- Horno de secado. - Balanzas. - Recipientes.	Las muestras deben estar almacenadas en contenedores herméticos a una temperatura de 3 a 30 °C, sin el contacto solar.	Determinación de la masa del contenedor, selección de los especímenes ensayados, colocarlo húmedo tal espécimen en el contenedor y determinar su peso, posteriormente colocarlo en el horno a 110 °C, esperar su secado y pesarlo.
MTC E 110	Determinación del límite líquido de los suelos	Corresponde a un ensayo para la clasificación del suelo ya sea bajo el sistema SUCS o AASHTO.	- Recipiente de almacenaje. - Aparato del límite líquido. - Acanalador. - Calibrador.	La muestra es una porción de 150 g a 200 g de suelo representativo que pasa el tamiz N° 40.	Se coloca el suelo en la copa del dispositivo, presionándola y esparciéndola, hasta una profundidad aproximada de 10 mm, procurando no dejar burbujas, para

			<ul style="list-style-type: none"> - Recipientes. - Balanza. - Estufa. - Espátula. 		después cubrirlo y retener así la humedad. Posterí
MTC E 111	Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)	Donde el límite plástico está representado por la humedad más baja para formar barritas de 1/8" de diámetro rodando con la palma de la mano en una superficie lisa, sin que estas se desmoronen.	<ul style="list-style-type: none"> - Espátula de hoja flexible. - Recipiente para almacenaje. - Balanza. - Horno. - Tamiz. - Agua destilada. - Vidrios de reloj. - Superficie de rodadura. 	Se empleará 20 g de suelo que pase el tamiz N° 40 del mismo preparado para el límite líquido, para amasarlo con agua destilada para que se formen esferas.	Se procede a moldear la mitad de la muestra en forma elipsoide, haciendo rodar con los dedos en la superficie lisa hasta formar cilindros. De desmoronarse la muestra cuando los cilindros no alcancen el 1/8" de diámetro se vuelve a preparar el elipsoide, hasta alcanzar dicho diámetro.
MTC E 114	Ensayo para establecer el equivalente de arena en suelos y agregados	Corresponde a la asignación empírica de finza al material arcilloso de la muestra de ensayo.	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindro graduado. - Horno. - Agitador mecánica para equivalente de arena. - Lata de medición. - Tamiz N° 4. - Embudo. - Botellas. - Platillo plano. - Reloj. - Papel filtro. 	Un mínimo de 1500 g de suelo pasante el tamiz N° 4.	Puede emplearse el procedimiento A o B, donde se coloca el cilindro en el agitador mecánico del equivalente de arena, registrando el tiempo y agitándolo por 45 s, para después anotar las lecturas de arena y arcillas.
MTC E 115	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada	Abarca los procedimientos para la compactación del suelo en laboratorio y determinar así el contenido de agua y	<ul style="list-style-type: none"> - Ensamblaje del molde. - Pisón o martillo. - Extractor de muestras. - Balanza. 	Las muestras son aproximadamente 16 kg de suelo de considerarse el método A y B, de lo contrario se empleará 29 kg, para lo cual previamente se deberá	En primera instancia se deberá preparar los aparatos para la compactación dependiendo del método a considerar, revisando que el ensamblado se encuentre en buenas condiciones y calibrado; para

	(Proctor modificado)	peso unitario seco del mismo, ya sea por el método A, B o C.	<ul style="list-style-type: none"> - Horno de secado. - Regla. - Tamices o mallas. - Herramientas de mezclas. 	determinar el porcentaje de suelo retenido en la malla N° 4.	luego ejecutar el método en estado húmedo o seco.
MTC E 132	CBR de suelos (laboratorio)	Se emplea para evaluar la resistencia potencial de la subrasante, subbase o base, formando su valor de vital importancia en el diseño de pavimentos.	<ul style="list-style-type: none"> - Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión. - Molde de metal cilíndrico. - Disco espaciador. - Pistón de compactación. - Aparato medidor de expansión. - Pesas. - Pistón de penetración. - Dos diales. - Tanque. - Estufa. - Balanzas. - Tamices. - Misceláneos. 	Deberán cumplir lo establecido en la NTP 339.141 o NTP 339.142 para la compactación en molde de 6", bajo ciertas excepciones.	Se prepara las muestras para el apisonado más 5 kg por cada molde de CBR, consecuentemente se determina la humedad óptima y la densidad máxima por el ensayo elegido. Para la elaboración de especímenes se pesa el molde con la base, se coloca el collar y el disco espaciador y sobre ello el papel filtro, posteriormente se compacta la muestra, culminado el procedimiento se somete a inmersión la muestra durante 96 horas, para después aplicar una sobrecarga que se asemeja a la carga vehicular, anotando cada una de las lecturas, finalmente se desmolda los especímenes.

Fuente: Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016).

3.7. Procesamiento de la información

Para el desarrollo de la investigación se consideró los siguientes pasos:

- Visita a campo para inspección y planificación para la extracción de las muestras de suelo expansivo.
- Extracción de las muestras a una profundidad de 1.50 m del nivel de subrasante.
- Análisis granulométrico de la muestra de suelo.
- Clasificación de la muestra de suelo patrón.
- Secado en horno del cloruro de sodio a fin de quitar la humedad del mismo.
- Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo natural y con adiciones de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % respecto a su peso; no obstante, estas dosificaciones pueden variar de acuerdo a los resultados que se obtenga en laboratorio.
- Determinación del equivalente de arena del suelo natural y con adiciones de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % respecto a su peso; no obstante, estas dosificaciones pueden variar de acuerdo a los resultados que se obtenga en laboratorio.
- Realización del ensayo de Proctor modificado del suelo natural y con adiciones de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % respecto a su peso; no obstante, estas dosificaciones pueden variar de acuerdo a los resultados que se obtenga en laboratorio.
- Determinación de la capacidad de soporte del suelo natural y con adiciones de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % respecto a su peso; no obstante, estas dosificaciones pueden variar de acuerdo a los resultados que se obtenga en laboratorio.
- Procesamiento de datos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se consideró un enfoque cuantitativo, haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial. La primera fue utilizada para la generalización de los resultados acorde a los promedios; mientras que la segunda fue utilizada para la prueba de hipótesis, por lo que fue necesario el uso del programa SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para evaluar al cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante, se consideró en primera instancia caracterizar al suelo patrón o existente, para posteriormente agregar 1 %, 5 % y 10 % de NaCl al suelo para proceder a medir el índice de plasticidad, el equivalente de arena, la compactación y la capacidad de soporte del mismo.

En la Tabla 7 se muestra un resultado del análisis granulométrico del suelo patrón, cuyo resumen de las tres mediciones se especifica en la Tabla 8, del cual se logra resumir que este suelo está conformado en promedio por 0 % de gravas, 2.43 % de arenas y 97.57 % de finos.

Tabla 7. Análisis granulométrico del suelo patrón.

Tamices	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	% que pasa
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.85	0.00	0.00	100.00
N° 40	0.43	12.00	0.63	99.37
N° 60	0.25	8.00	1.05	98.95
N° 100	0.15	12.00	1.69	98.31
N° 200	0.08	10.00	2.22	97.78
Pasa		1854.00	100.00	0.00
Suma		1896.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resumen del análisis granulométrico del suelo patrón.

	Granulometría		
	Grava	Arena	Finos
Suelo patrón	0.00	2.20	97.80
	0.00	2.90	97.10
	0.00	2.20	97.80

Fuente: Elaboración propia.

Según los límites de consistencia del suelo patrón (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), cuyos valores se muestran en la Tabla 9, se tiene en promedio un límite líquido de 41.33 %, límite plástico de 19.70 % e índice de plasticidad de 21.63 %.

Tabla 9. Límites de consistencia del suelo patrón.

	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo patrón	41.50	22.40	19.10
	40.20	19.40	20.80
	42.30	17.30	25.00

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia se obtuvo que el suelo considerado para esta investigación se encuentra clasificado en el sistema AASHTO como A – 5 (19) representado una arcilla de baja plasticidad.

Asimismo, se determinó la granulometría del cloruro de sodio, cuyos resultados se muestra en la Tabla 10, de lo cual en promedio se tiene un contenido de gravas del 0 %, arenas de 99.60 % y finos de 0.40 %.

Tabla 10. Granulometría del cloruro de sodio.

	Granulometría		
	Grava	Arena	Finos
Cloruro de sodio	0.00	99.30	0.70
	0.00	99.80	0.20
	0.00	99.70	0.30

Fuente: Elaboración propia.

4.1. 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante

4.1.1. Índice de plasticidad

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en laboratorio para el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, para el suelo patrón y para el suelo con 1 %, 5 % y 10 % de NaCl.

Tabla 11. Resultados del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Grupos	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo patrón	41.50	22.40	19.10
	40.20	19.40	20.80
	42.30	17.30	25.00
Suelo con 1 % de NaCl	40.70	21.80	18.90
	39.70	19.50	20.20
	41.40	20.50	20.90
Suelo con 5 % de NaCl	38.00	22.70	15.30
	37.00	23.90	13.10
	37.20	21.50	15.70
Suelo con 10 % de NaCl	34.70	22.70	12.00
	31.70	24.00	7.70
	33.50	21.50	12.00

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos de la Tabla 11 en la Tabla 12 se especifica el promedio y la variación porcentual tanto del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de cada uno de los grupos de suelo considerados.

De lo cual se resalta que para el suelo patrón se encontró un índice de plasticidad de 21.63 %, el cual se redujo a 20.00 % con 1 % de NaCl, a 14.70 % con 5 % de NaCl y a 10.57 % con 10 % de NaCl.

Tabla 12. Promedio y variación porcentual del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Grupos	Límite líquido		Límite plástico		Índice de plasticidad	
	Promedio (%)	Variación (%)	Promedio (%)	Variación (%)	Promedio (%)	Variación (%)
Suelo patrón	41.33	0.00	19.70	0.00	21.63	0.00
Suelo con 1 % de NaCl	40.60	-1.77	20.60	4.57	20.00	-7.55
Suelo con 5 % de NaCl	37.40	-9.52	22.70	15.23	14.70	-32.05
Suelo con 10 % de NaCl	33.30	-19.44	22.73	15.40	10.57	-51.16

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se representa que a medida que se incrementa el contenido del NaCl en el suelo, el límite líquido se reduce al igual que el índice de plasticidad, a diferencia del límite plástico donde se muestra el incremento.

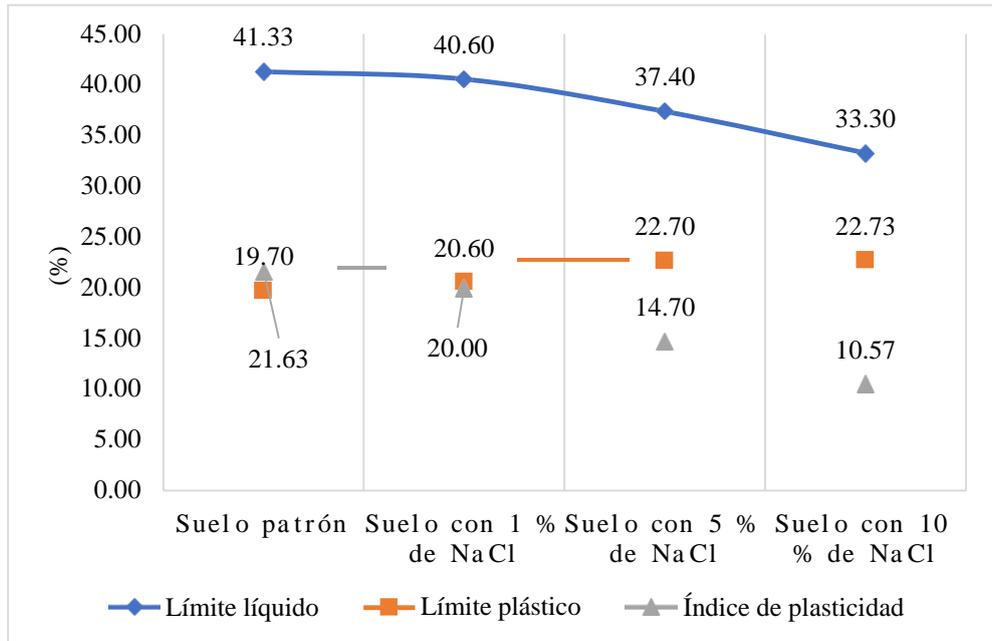


Figura 3. Promedio del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Figura 4 se especifica las variaciones porcentuales respecto a lo obtenido para el suelo patrón en cuanto al límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo con adición de 1 %, 5 % y 10 % de NaCl, de lo cual se resalta que, se llegó a reducir hasta en 19.44 % el límite líquido, en 51.16 % el índice de plasticidad e incrementar en hasta 15.40 % el límite plástico, esto en comparación de lo obtenido para el suelo patrón.

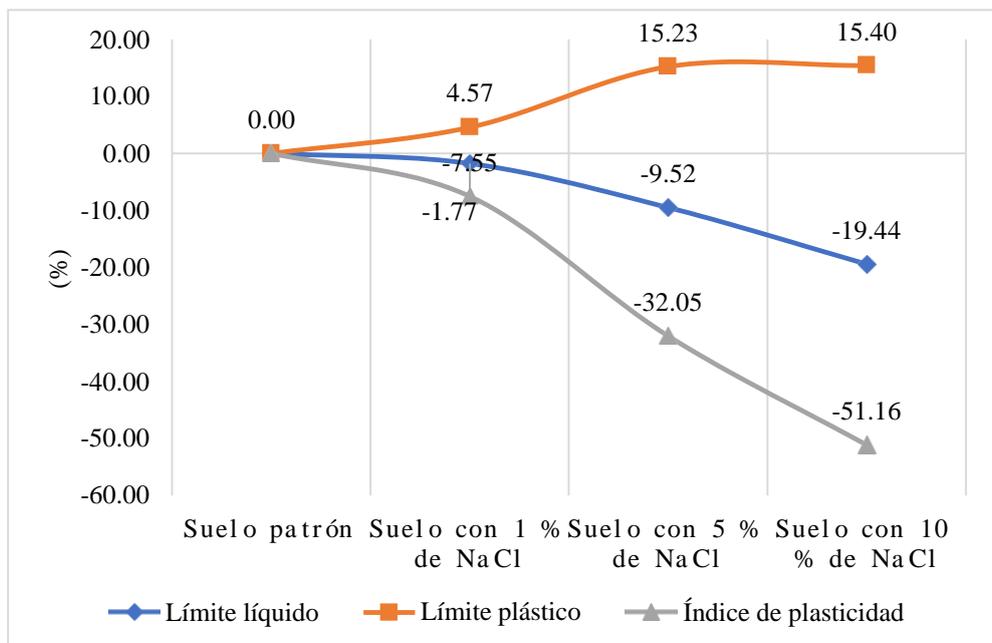


Figura 4. Variación porcentual del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Equivalente de arena

En la Tabla 13 se consigna los resultados obtenidos en cuanto al equivalente de arena del suelo patrón y del suelo con adición de NaCl en 1 %, 5 % y 10 % respecto al peso del suelo.

Tabla 13. Resultados del equivalente de arena.

Grupos	Equivalente de arena (%)
Suelo patrón	2.80
	2.80
	2.50
Suelo con 1 % de NaCl	3.30
	3.20
	3.40
Suelo con 5 % de NaCl	3.40
	3.70
	4.20
Suelo con 10 % de NaCl	5.30
	5.20
	6.20

Fuente: Elaboración propia.

Es así que, en la siguiente tabla se detalla el promedio obtenido para el equivalente de arena, además de la variación que se presentó por la adición de NaCl. Denotándose que, el suelo patrón presentó un equivalente de arena inicial de 2.70 %, que fue incrementándose a 3.30 %, 3.77 % y 5.57 % a medida que se adicionó el NaCl.

Tabla 14. Promedio del equivalente de arena.

Grupos	Equivalente de arena	
	Promedio (%)	Variación (%)
Suelo patrón	2.70	0.00
Suelo con 1 % de NaCl	3.30	22.22
Suelo con 5 % de NaCl	3.77	39.51
Suelo con 10 % de NaCl	5.57	106.17

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que, con la Figura 5 se fundamenta que el equivalente de arena se incrementa a medida que la concentración del NaCl se acentúa.

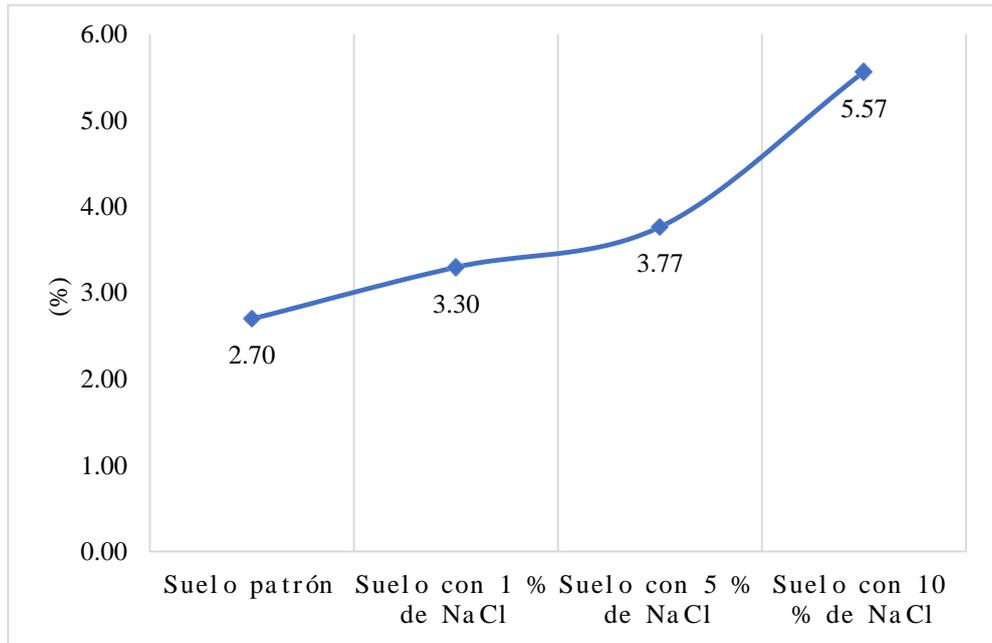


Figura 5. Promedio del equivalente de arena.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 6 se tiene que con la adición del cloruro de sodio se logra incrementar el equivalente de arena en hasta 106.17 % con 10 % de NaCl respecto a lo obtenido para el suelo patrón.

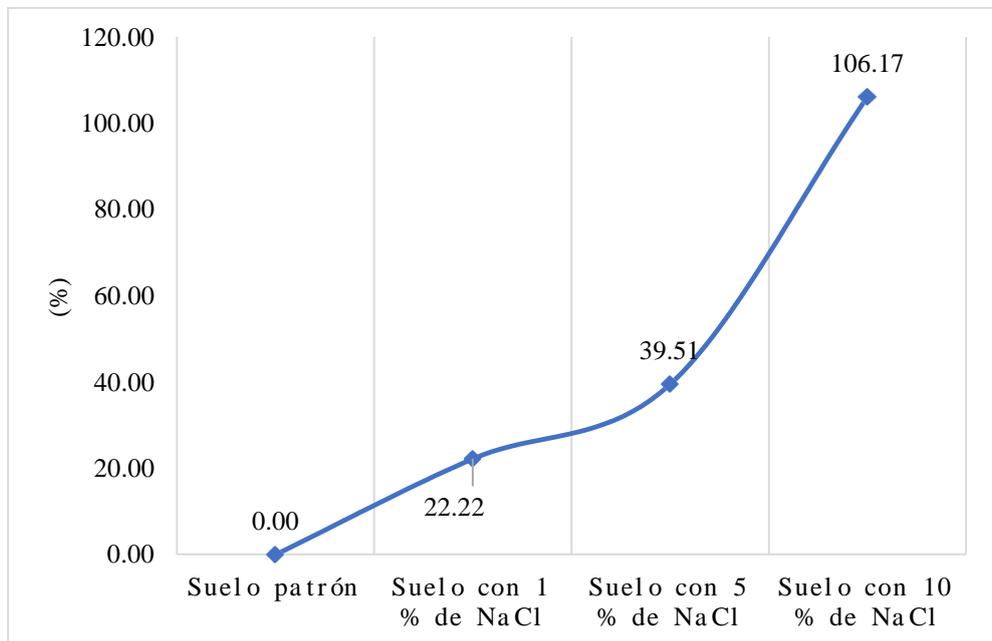


Figura 6. Variación porcentual del equivalente de arena.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante

4.2.1. Compactación del suelo según el Próctor modificado

Para determinar el grado de compactación del suelo se empleó el ensayo de Proctor modificado, para lo cual es necesario la obtención del peso unitario seco máximo y el óptimo contenido de humedad por medio del ensayo de Proctor modificado en cada uno de los grupos estudiados, por ello en la siguiente tabla como se muestra los resultados obtenidos en laboratorio:

Tabla 15. Resultados de la compactación.

Grupos	Peso unitario seco máximo (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
Suelo patrón	1.76	15.33
	1.80	16.16
	1.79	16.81
Suelo con 1 % de NaCl	1.75	15.79
	1.80	15.99
	1.78	16.05
Suelo con 5 % de NaCl	1.81	14.91
	1.79	14.38
	1.81	15.40
Suelo con 10 % de NaCl	1.83	13.60
	1.85	13.72
	1.84	14.45

Fuente: Elaboración propia.

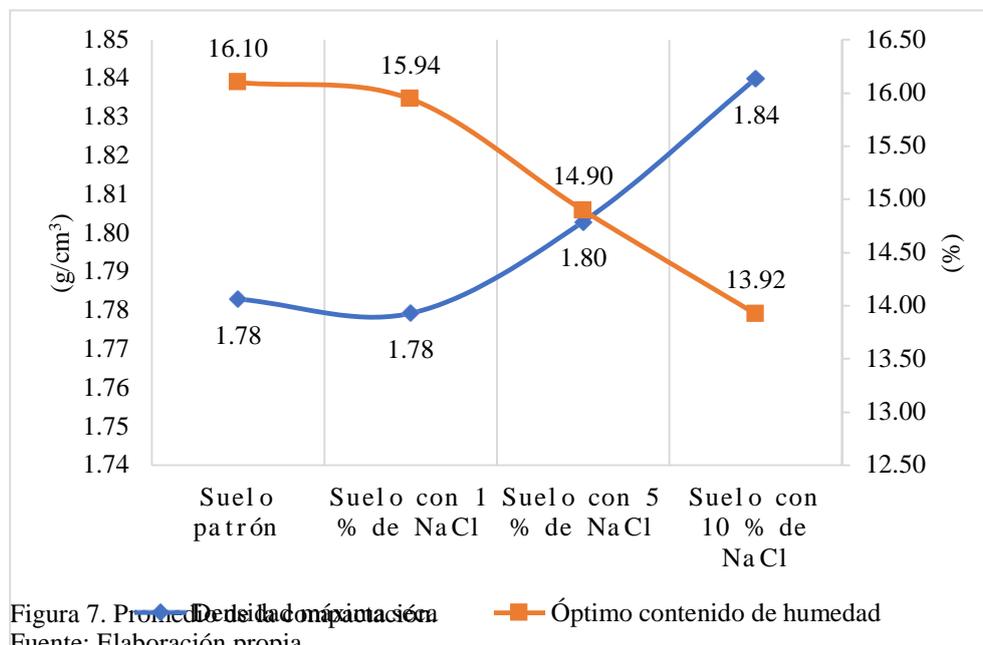
En consecuencia, la Tabla 16 especifica el promedio y la variación porcentual del peso unitario seco máximo y del óptimo contenido de humedad. Resaltando de esta manera que el peso unitario seco máximo para el grupo del suelo patrón fue de 1.78 g/cm³, que pasó a incrementarse a 1.78 g/cm³, 1.80 g/cm³ y 1.84 g/cm³, mientras que el óptimo contenido de humedad que fue inicialmente de 16.10 % pasó a 15.94 %, 14.90 % y 13.92 % con la adición del NaCl en 1 %, 5 % y 10 % respecto al peso seco del suelo.

Tabla 16. Promedio de la compactación.

Grupos	Peso unitario seco máximo		Óptimo contenido de humedad	
	Promedio (g/cm ³)	Variación (%)	Promedio (%)	Variación (%)
Suelo patrón	1.78	0.00	16.10	0.00
Suelo con 1 % de NaCl	1.78	-0.21	15.94	-0.97
Suelo con 5 % de NaCl	1.80	1.12	14.90	-7.47
Suelo con 10 % de NaCl	1.84	3.20	13.92	-13.52

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se denota que el peso unitario seco máximo del suelo se incrementa a medida que se adiciona cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 %, a diferencia del óptimo contenido de humedad en los suelos tiende a reducirse.



Consecuentemente, en la Figura 8 se tiene que el peso unitario seco máximo del suelo con la adición de 1 % de NaCl se reduce 0.97 %, se incrementa en 1.12 %, con 5 % en 1.64 % y con 10 % en 3.20 %; mientras que, el óptimo contenido de humedad va reduciéndose pues con 1 % de NaCl se redujo en 0.21 %, con 5 % en 7.47 % y con 10 % de NaCl en 13.52 %, en comparación de lo obtenido para el suelo patrón.

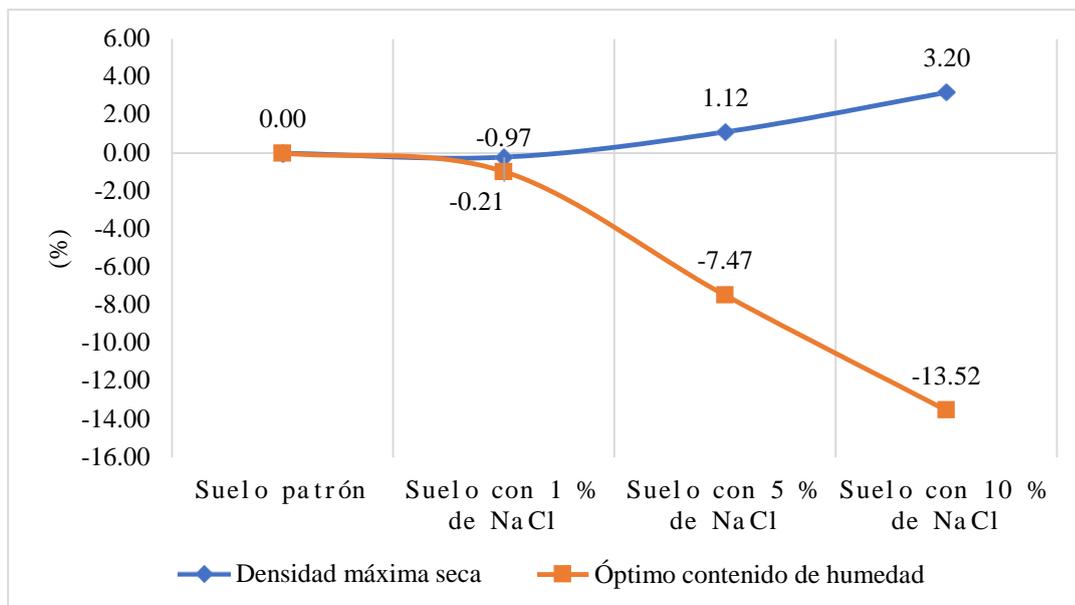


Figura 8. Variación porcentual de la compactación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Capacidad de soporte según el ensayo de CBR

La Tabla 17 muestra los resultados concernientes a la capacidad de soporte del suelo, es decir el CBR al 95 % y 100 % del peso unitario seco máximo, para el suelo patrón y para los suelos con adición de cloruro de sodio en 1 %, 5 % y 10 % en relación al peso seco del suelo.

Tabla 17. Resultados de la capacidad de soporte.

Grupos	CBR al 95 % de la MDS	CBR al 100 % de la MDS
Suelo patrón	0.91	1.96
	2.32	3.28
	1.16	1.89
Suelo con 1 % de NaCl	0.87	1.88
	1.90	3.17
	1.68	2.82
Suelo con 5 % de NaCl	3.66	5.01
	3.52	4.80
	3.94	5.29
Suelo con 10 % de NaCl	5.73	8.22
	6.13	8.13
	5.94	7.91

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, la Tabla 18 resume el promedio y la variación porcentual del CBR tanto al 95 % y 100 % de la MDS, es así que, para el suelo patrón se encontró un CBR al 100 % de la MDS inicial de 2.38 %, que logró incrementarse a 2.62 % con 1 % de NaCl, a 5.03 % con 5 % y a 8.09 % con 10 % de NaCl.

Tabla 18. Promedio de la capacidad de soporte.

Grupos	CBR al 95 % de la MDS		CBR al 100 % de la MDS	
	Promedio (%)	Variación (%)	Promedio (%)	Variación (%)
Suelo patrón	1.46	0.00	2.38	0.00
Suelo con 1 % de NaCl	1.48	1.37	2.62	10.38
Suelo con 5 % de NaCl	3.71	153.30	5.03	111.78
Suelo con 10 % de NaCl	5.93	305.47	8.09	240.25

Fuente: Elaboración propia.

Mientras tanto, la Figura 9 representa que el uso de NaCl incrementa el CBR al 95 % y 100 % de MDS, denotándose además que, sólo con 10 % de NaCl se logra alcanzar lo mínimo requerido para subrasante, que es un mínimo de 6 % (5.93 % y 8.09 %).

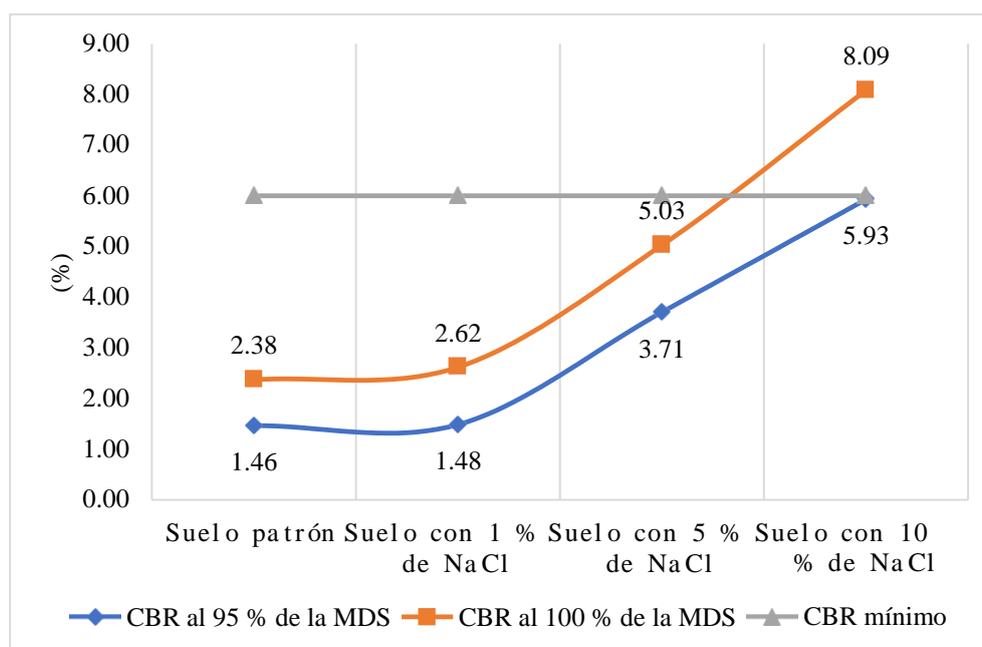


Figura 9. Promedio de la capacidad de soporte.

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la siguiente figura se tiene que con 10 % de NaCl se logró incrementar el CBR del suelo en hasta 240.25 % en relación a lo encontrado para el suelo patrón.

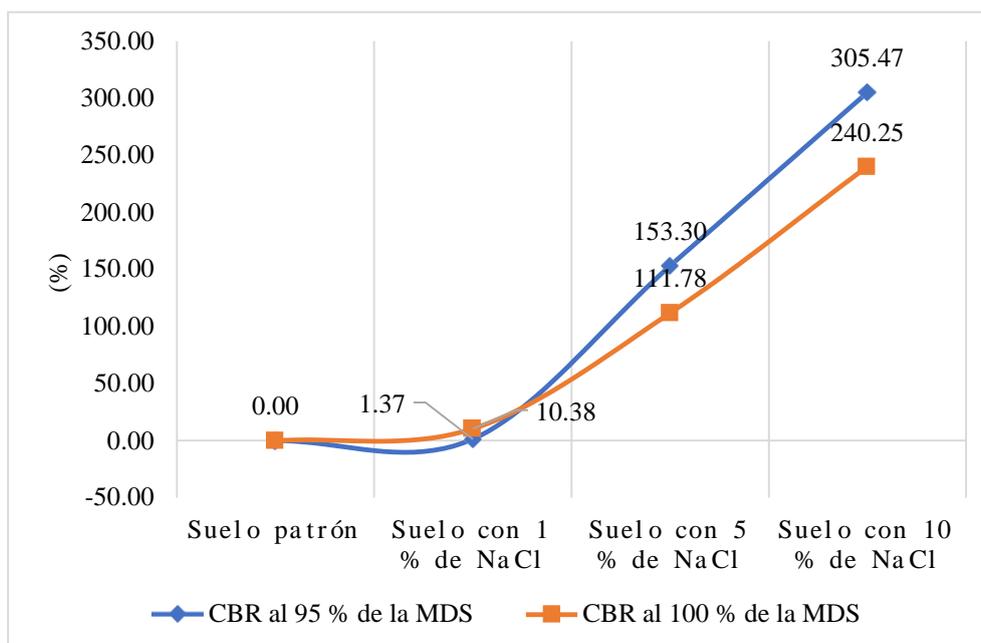


Figura 10. Variación porcentual de la capacidad de soporte.
Fuente: Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

Previamente para la elección de la prueba estadística se realizó la prueba de normalidad, es así que, en la Tabla 19 se muestra tal prueba con los datos de índice de plasticidad, equivalente de arena, densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte; especificando que, el nivel de significancia en todos los casos fue mayor de 0.05 (confiabilidad del 95 %) resultando que los datos cuentan con una distribución normal, siendo necesario para la contrastación de hipótesis una prueba paramétrica, como el ANOVA de un factor.

Tabla 19. Prueba de normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Índice de plasticidad	Suelo patrón	0.94	3.00	0.54
	Suelo con 1 % de NaCl	0.97	3.00	0.67
	Suelo con 5 % de NaCl	0.86	3.00	0.27
	Suelo con 10 % de NaCl	0.75	3.00	0.06
Equivalente de arena	Suelo patrón	0.75	3.00	0.07
	Suelo con 1 % de NaCl	1.00	3.00	1.00
	Suelo con 5 % de NaCl	0.98	3.00	0.73
	Suelo con 10 % de NaCl	0.82	3.00	0.17
Densidad máxima seca	Suelo patrón	0.92	3.00	0.46
	Suelo con 1 % de NaCl	0.99	3.00	0.78
	Suelo con 5 % de NaCl	0.75	3.00	0.08
	Suelo con 10 % de NaCl	1.00	3.00	1.00
Óptimo contenido de humedad	Suelo patrón	1.00	3.00	0.87
	Suelo con 1 % de NaCl	0.91	3.00	0.42

	Suelo con 5 % de NaCl	1.00	3.00	0.96
	Suelo con 10 % de NaCl	0.85	3.00	0.25
Capacidad de soporte	Suelo patrón	0.79	3.00	0.09
	Suelo con 1 % de NaCl	0.93	3.00	0.51
	Suelo con 5 % de NaCl	0.99	3.00	0.84
	Suelo con 10 % de NaCl	0.94	3.00	0.55

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Prueba de hipótesis específica “a”

Se tiene planteada las siguientes hipótesis:

H_{ia}: El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en el índice de plasticidad y equivalente de arena.

H_{0a}: El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio no modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

En consecuencia en la Tabla 20 se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor del índice de plasticidad, que debido a la significancia de 0.00 se deduce que la adición del cloruro de sodio modifica significativamente al índice de plasticidad del suelo.

Tabla 20. ANOVA de un factor del índice de plasticidad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	230.53	3.00	76.84	16.73	0.00
Dentro de grupos	36.75	8.00	4.59		
Total	267.28	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Tabla 21 se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor del equivalente de arena, que debido a la significancia de 0.00 se deduce que la adición del cloruro de sodio varía significativamente al equivalente de arena.

Tabla 21. ANOVA de un factor del equivalente de arena.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13.73	3.00	4.58	36.14	0.00
Dentro de grupos	1.01	8.00	0.13		
Total	14.75	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que, en la Tabla 22 se realizó la comparación de los grupos, donde se deduce que tanto para la adición de 1 %, 5 % y 10 % de NaCl en el suelo se presentó reducciones del índice de plasticidad, siendo sólo significativo con 5 % y 10 % NaCl, por contar con una significancia menor a 0.05.

Tabla 22. Comparación de grupos en cuanto al índice de plasticidad.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo patrón	Suelo con 1 % de NaCl	1.63	1.75	0.79	-3.97	7.24
	Suelo con 5 % de NaCl	6.93*	1.75	0.02	1.33	12.54
	Suelo con 10 % de NaCl	11.07*	1.75	0.00	5.46	16.67

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Tabla 23 se compara los grupos, donde se evidencia que con la adición de cloruro de sodio se incrementa el equivalente, siendo significativo este incremento con 5 % y 10 %.

Tabla 23. Comparación de grupos en cuanto al equivalente de arena.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Suelo patrón	Suelo con 1 % de NaCl	-0.60	0.29	0.24	-1.53	0.33
	Suelo con 5 % de NaCl	-1.07*	0.29	0.03	-2.00	-0.14
	Suelo con 10 % de NaCl	-2.87*	0.29	0.00	-3.80	-1.94

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 24 se consigna que se cuenta con tres grupos homogéneos, donde el primer grupo está conformado por el suelo con 10 % y 5 % de NaCl, el segundo por el suelo con 5 % y 1 % de NaCl y el tercer grupo por el suelo con 1 % de NaCl más el suelo patrón.

Tabla 24. Grupos homogéneos en cuanto al índice de plasticidad.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo con 10 % de NaCl	3.00	10.57		
Suelo con 5 % de NaCl	3.00	14.70	14.70	
Suelo con 1 % de NaCl	3.00		20.00	20.00
Suelo patrón	3.00			21.63
Sig.		0.16	0.06	0.79

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, en la Tabla 25 se tiene los grupos homogéneos en cuanto al equivalente de arena, donde el suelo patrón y el suelo con 1 % de

NaCl conforman el primer grupo, mientras que el suelo con 5 % y 1 % de NaCl representa al segundo grupo y el tercer grupo está conformado por el suelo con 10 % de NaCl.

Tabla 25. Grupos homogéneos en cuanto al equivalente de arena.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo patrón	3.00	2.70		
Suelo con 1 % de NaCl	3.00	3.30	3.30	
Suelo con 5 % de NaCl	3.00		3.77	
Suelo con 10 % de NaCl	3.00			5.57
Sig.		0.24	0.43	1.00

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Prueba de hipótesis específica “b”

Se tiene planteada las siguientes hipótesis:

H_{ic}: El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en compactación y capacidad de soporte.

H_{0c}: El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio no interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

En consecuencia en la Tabla 26 se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor del peso unitario seco máximo y óptimo contenido de humedad, que debido a la significancia de 0.00 se deduce que la adición del cloruro de sodio modifica significativamente a estas propiedades.

Tabla 26. ANOVA de un factor de la compactación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso unitario máximo seco	Entre grupos	0.01	3.00	0.00	7.48	0.01
	Dentro de Grupos	0.00	8.00	0.00		
	Total	0.01	11.00			
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	9.25	3.00	3.08	11.85	0.00
	Dentro de Grupos	2.08	8.00	0.26		
	Total	11.33	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la Tabla 27 se muestra los resultados de la prueba ANOVA de un factor de la capacidad de soporte, que debido a la significancia de 0.00

se deduce que la adición del cloruro de sodio interviene significativamente en el CBR del suelo.

Tabla 27. ANOVA de un factor de la capacidad de soporte.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63.53	3.00	21.18	74.03	0.00
Dentro de grupos	2.29	8.00	0.29		
Total	65.81	11.00			

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Tabla 28 se compara cada uno de los grupos, de lo cual se logra deducir respecto al peso unitario seco máximo que, con 10 % de NaCl se presentó incremento significativo; mientras que, el óptimo contenido de humedad se redujo significativamente con 10 % de NaCl. A diferencia que con 1 % y 5 % de NaCl a pesar que se redujo el óptimo contenido de humedad estas variaciones no fueron significativas estadísticamente.

Tabla 28. Comparación de grupos en cuanto a la compactación.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso unitario máximo seco	Suelo patrón	Suelo con 1 % de NaCl	0.01	0.01	0.97	-0.04	0.05
		Suelo con 5 % de NaCl	-0.02	0.01	0.56	-0.07	0.03
		Suelo con 10 % de NaCl	-0.06*	0.01	0.02	-0.10	-0.01
Óptimo contenido de humedad	Suelo patrón	Suelo con 1 % de NaCl	0.16	0.42	0.98	-1.18	1.49
		Suelo con 5 % de NaCl	1.20	0.42	0.08	-0.13	2.54
		Suelo con 10 % de NaCl	2.18*	0.42	0.00	0.84	3.51

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Tabla 29 se tiene la comparación de grupos de suelos en cuanto a la capacidad de soporte, donde se demuestra que con 5 % y 10 % de NaCl se presentaron incrementos significativos. A diferencia que con 1 % de NaCl a pesar que se incrementó el CBR del suelo esta variación no fue significativa estadísticamente.

Tabla 29. Comparación de grupos en cuanto a la capacidad de soporte.

(I) Grupos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza
------------	----------------------------	----------------	------	-------------------------------

					Límite inferior	Límite superior
Suelo patrón	Suelo con 1 % de NaCl	-0.25	0.44	0.94	-1.65	1.15
	Suelo con 5 % de NaCl	-2.66*	0.44	0.00	-4.06	-1.26
	Suelo con 10 % de NaCl	-5.71*	0.44	0.00	-7.11	-4.31

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los grupos homogéneos se tiene que el suelo patrón, suelo con 1 % y 5 % de NaCl representan a un grupo, el suelo con 5 % y 10 % de NaCl representan al segundo grupo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Grupos homogéneos en cuanto al peso unitario seco máximo.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo patrón	3.00	1.78	
Suelo con 1 % de NaCl	3.00	1.78	
Suelo con 5 % de NaCl	3.00	1.80	1.80
Suelo con 10 % de NaCl	3.00		1.84
Sig.		0.33	0.14

Fuente: Elaboración propia.

Según la siguiente tabla, en cuanto al óptimo contenido de humedad también se cuenta con dos grupos, donde el primero está conformado por el suelo con 5 % y 10 % de NaCl, y el segundo por el suelo con 1 % y 5 % de NaCl más el suelo patrón.

Tabla 31. Grupos homogéneos en cuanto al óptimo contenido de humedad.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo con 10 % de NaCl	3.00	13.92	
Suelo con 5 % de NaCl	3.00	14.90	14.90
Suelo con 1 % de NaCl	3.00		15.94
Suelo patrón	3.00		16.10
Sig.		0.17	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 32 se cuenta con los grupos homogéneos, señalando que el suelo patrón y el suelo con 1 % de NaCl representan al primer grupo, el suelo con 5 % de NaCl al segundo grupo y el suelo con 10 % de NaCl al tercer grupo.

Tabla 32. Grupos homogéneos en cuanto a la capacidad de soporte.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo patrón	3.00	2.38		
Suelo con 1 % de NaCl	3.00	2.62		

Suelo con 5 % de NaCl	3.00		5.03	
Suelo con 10 % de NaCl	3.00			8.09
Sig.		0.94	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Objetivo general: Evaluar al cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante

Evaluada las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio, se encontró similitudes en todos los casos con las investigaciones realizadas tanto nacional e internacionalmente; más solo se diferenció en cuanto a las dosificaciones, básicamente por corresponder a suelos de diferentes clasificaciones, así como al índice de plasticidad que poseían, ya sean por no contar con índice de plasticidad como el caso de Heitzer (2017) que desarrolló la tesis “Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados” o de lo contrario en algunas investigaciones donde el fin principal fue el control de polvo, sin embargo, denotaron el aseguramiento del comportamiento del suelo gracias a este aditivo, como el caso de Andrés-Brauer, Giubergia y Gil-Costa (2019) realizaron el artículo científico “Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros”.

5.2. Objetivo específico “a”: Establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

Según lo obtenido en la Tabla 11 en la Tabla 12 se tiene que el suelo patrón presentaba inicialmente un índice de plasticidad de 21.63 %, el cual se redujo a 20.00 % con 1 % de NaCl, a 14.70 % con 5 % de NaCl y a 10.57 % con 10 % de NaCl,

involucrando una reducción de hasta 51.16 %; denotándose que a medida que se adiciona el cloruro de sodio el índice de plasticidad se reduce sustancialmente, tal como se puede observar en la Figura 3. Asimismo, se tiene de acuerdo al análisis estadístico (Tabla 20) una significancia de 0.00 lo cual demuestra que el cloruro de sodio modifica significativamente el índice de plasticidad del suelo y según la Tabla 22 se da una reducción significativa con 5 % y 10 % de NaCl.

Cabe señalar que lo obtenido para el índice de plasticidad del suelo con adición de cloruro de sodio concuerda con la investigación “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque” realizada por Quiroz (2020) que a diferencia de utilizar cloruro de sodio en 1 %, 1.5 % y 2 % demostró la reducción del índice de plasticidad; del mismo se concuerda con Larrea y Rivas (2019) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio” que utilizó cloruro de sodio en dosificaciones de 1 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 %, obteniendo también la reducción del índice de plasticidad del suelo, por último, se concuerda con Salinas y Villao (2019) que desarrollaron la tesis “Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche”.

En cuanto al equivalente de arena, en la Tabla 14 se consigna los promedios obtenidos, donde el suelo patrón presentó 2.70 % el mismo que fue incrementándose al adicionar 1 %, 5 % y 10 % de NaCl a 3.30 %, 3.77 % y 5.57 %, representando un incremento de hasta 106.17 % tal como se muestra en la Figura 6. Asimismo, de acuerdo al análisis estadístico ANOVA de un factor como se puede apreciar en la Tabla 21 el nivel de significancia obtenido de 0.00 representa que el equivalente de arena varió significativamente con la adición de cloruro de sodio, siendo representativo los incrementos con 5 % y 10 % de NaCl tal como se presenta en la Tabla 23.

No obstante, revisado los antecedentes de la investigación se encontró que ninguno de ellos consideró fundamental estudiar la variación del equivalente de arena de los suelos estabilizados.

5.3. Objetivo específico “b”: Establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.

Según la Tabla 16 el peso unitario seco máximo del suelo que inicialmente fue de 1.78 g/cm^3 incrementó su valor a 1.78 g/cm^3 con 1 % de NaCl, a 1.80 g/cm^3 con 5 % de NaCl y a 1.84 g/cm^3 con 10 % de NaCl, los mismos que de acuerdo al ANOVA de un factor (Tabla 26) presentó una modificación significativa con una significancia de 0.00 que comparado los grupos (Tabla 28) fue el incremento significativo con 10 % de NaCl. Del mismo modo, para el óptimo contenido de humedad se encontró que la adición de cloruro de sodio trajo consigo su reducción, pues de lo obtenido para el suelo patrón de 16.10 % se redujo a 15.94 % con 1 % de NaCl, a 14.90 % con 5 % de NaCl y a 13.92 % con 10 % de NaCl, donde estas reducciones sólo fueron significativas con la adición de 10 % de NaCl.

Adicionalmente se tiene que, Quiroz (2020) también encontró que la adición de cloruro de sodio en el suelo incrementa la máxima densidad seca y reduce el óptimo contenido de humedad, al igual que, Salazar (2016) que realizó la investigación “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca”, Larrea y Rivas (2019) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio”.

Tal como se puede observar en la Tabla 18 la capacidad de soporte inicial del suelo obtenido del Jr. San Isidro fue de 2.38 %, el mismo que no cumple con lo mínimo requerido para actuar como subrasante como señala las Especificaciones técnicas generales para la construcción del MTC (2013), pues el mínimo debe ser 6 %, en tal situación adicionado 1 % de NaCl se incrementó a 2.62 %, con 5 % pasó a 5.03 % y con 10 % pasó a 8.09 %, es así que se encontró un incremento de hasta 240.25 % en comparación del suelo existente, es así que, es notorio que sólo con la adición de 10 % de NaCl se pudo alcanzar lo mínimo requerido. Adicionalmente, de acuerdo al análisis estadístico ANOVA de un factor (Tabla 27) se tiene una significancia de 0.00 lo cual se traduce en que el cloruro de sodio interviene significativamente en la capacidad de soporte del suelo y según la Tabla 29 referente

a la comparación de grupos sólo con 5 % y 10 % de NaCl estos incrementos fueron significativos.

Los antecedentes considerados como Quiroz (2020) en su investigación “Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque”, Salazar (2016) realizó la investigación “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca”, Larrea y Rivas (2019) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio”, Salinas y Villao (2019) desarrollaron la tesis “Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche”, concluyeron que la adición del cloruro de sodio en el suelo trae consigo el incremento del CBR, pudiendo ser variante su dosificación pues va ligado con el tipo de suelo.

CONCLUSIONES

1. El cloruro de sodio en una concentración de 10 % del suelo patrón cohesiona significativamente las propiedades del suelo tipo A – 5 (19) para su uso como subrasante, pues con 1 % y 5 de NaCl a pesar que presentó la mejora de las propiedades físicas y mecánicas estas no fueron significativas estadísticamente.
2. El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, pues el índice de plasticidad se redujo en hasta 51.16 % al aplicar 10 % de NaCl, pues de lo obtenido inicialmente de 21.63 % pasó 10.57 %, lo cual se encuentra fundamentado estadísticamente con un nivel de significancia menor a 0.05 (representando una confiabilidad de 95 %); asimismo, con 10 % de cloruro de sodio se incrementa en 106.17 % el equivalente de arena pues de lo obtenido para el suelo patrón de 2.70 % pasó a 5.47 %, lo cual se encuentra fundamentado estadísticamente con un nivel de significancia menor a 0.05 (representando una confiabilidad de 95 %).
3. El 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, pues se redujo el contenido óptimo de humedad que inicialmente fue de 16.10 % a 13.92 % (variación de -13.52 %) e incrementó el peso unitario seco máximo que en primera instancia era de 1.78 g/cm³ pasando a 1.84 g/cm³ (variación de + 3.20 %), esto con 10 % de NaCl, lo cual se encuentra fundamentado estadísticamente con un nivel de significancia menor a 0.05 (representando una confiabilidad de 95 %). En cuanto a la capacidad de soporte se incrementó su valor, pues de lo obtenido para el suelo patrón de 2.38 % (subrasante muy pobre) pasó a 8.09 % (subrasante regular) con 10 % de NaCl (incrementado un 240.25 %), lo cual se encuentra fundamentado estadísticamente con un nivel de significancia menor a 0.05 (representando una confiabilidad de 95 %).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el suelo del tipo A-5 (19) de acuerdo a la clasificación AASHTO para utilizarlo como subrasante con 10 % de cloruro de sodio. Ya que puede alcanzar una mejor cohesión en suelos expansivos.
2. Previamente a la aplicación del cloruro de sodio al utilizar es dable el secado correspondiente del estabilizante a fin de no incrementar el contenido de humedad del suelo y por ende conservar la cohesión de las propiedades físicas del mismo.
3. Se recomienda que la aplicación del cloruro de sodio en el suelo por medio del esparcido y no mezclándolo con agua tal, a fin de no incrementar o variar el óptimo contenido de humedad del suelo y así asegurar su capacidad de soporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉS-BRAUER, D., GIUBERGIA, A. y GIL-COSTA, V., 2019. Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros. *Minería y Geología*, vol. 35, no. 2, pp. 165-182. ISSN 19938012. DOI 10.18050/rev.mg.v35i2.1412.
- BORJA, M., 2016. *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. 2016. Lima: Manuel Borja.
- CARRASCO, S., 2013. *Metodología de la investigación científica*. Lima - Perú: San Marcos.
- CCANTO, G., 2010. *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú: Gerccantom.
- FLOR, S. y TORRES, C., 2020. *Estabilización de suelos arcillosos para el mejoramiento de propiedades mecánicas con la adición de cloruro de sodio, Puente Piedra, Lima, 2020* [en línea]. S.l.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27662>.
- GARNICA, P., PÉREZ, A., GÓMEZ, J. y OBIL, E., 2002. *Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres* [en línea]. 2002. México - México: Instituto Mexicano del Transporte. Disponible en: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>.
- GOOGLE MAPS, 2021. Google Maps. [en línea]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>.
- HEITZER, C., 2017. *Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados* [en línea]. S.l.: Universidad Técnica Federico Santa María. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23014>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta. México: McGRAW-HILL. ISBN 9786071502919.
- IPARRAGUIRRE, H. y RODRÍGUEZ, O., 2020. *Efecto del cloruro de sodio en el CBR de un suelo arcilloso en el caserío de Huangamarca, distrito de Otuzco* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46491>.

- LARREA, B. y RIVAS, J., 2019. *Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio* [en línea]. S.l.: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Disponible en: <http://192.188.52.94:8080/handle/3317/12607>.
- MTC, 2008. *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito* [en línea]. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>.
- MTC, 2013. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - \(Versión Revisada - JULIO 2013\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf).
- MTC, 2014. *Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección suelos y pavimentos)* [en línea]. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES DE CARRETERAS 2019/MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf.
- MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf.
- ÑAHUI, B. y VALLEJOS, C., 2021. *Aplicación de aditivo químico cloruro de sodio para la conservación de la carretera departamental HV116 tramo km 59.914 - km 60.914, Huancavelica - 2020* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62915>.
- QUIROZ, A., 2020. *Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque* [en

- línea]. S.l.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8363>.
- SALAZAR, E., 2016. *Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo - Aeropuerto - Cajamarca* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32518/salazar_oe.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- SALINAS, J. y VILLAO, R., 2019. *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche* [en línea]. S.l.: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5223>.
- TIQUE, J., MORA, R., DÍAZ, S. y MAGAÑA, F., 2019. Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. *Espacio I+D, innovación más desarrollo* [en línea], vol. VIII, no. 2007-6703, pp. 14. DOI <https://dx.doi.org/10.31644/>. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333542201_Comparacion_del_rendimiento_de_dos_agentes_quimicos_en_la_estabilizacion_de_un_suelo_arcilloso.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Evaluación del cloruro de sodio en la estabilización de las propiedades de suelos expansivos para su uso como subrasante”				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado que se obtiene de la evaluación del cloruro de sodio para mejorar las propiedades de cohesión en los suelos expansivos para su uso como subrasante?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este modifica la cohesión en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante? b) ¿Cuál es el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este interviene en la cohesión de las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el resultado que se obtiene con el cloruro de sodio para mejorar las propiedades con la cohesión en los suelos expansivos para su uso como subrasante.</p> <p>Objetivos específicos: a) establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este modifica las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante. b) Establecer el resultado que se obtiene con la adición del 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio y como este interviene en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante.</p>	<p>Hipótesis general: El cloruro de sodio mejora las propiedades de cohesión significativamente en los suelos expansivos para su uso como subrasante.</p> <p>Hipótesis específicas: a) Al incorporar 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en relación a la muestra patrón se puede observar que modifica la cohesión en las propiedades físicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en el índice de plasticidad y equivalente de arena. b) Al incorporar 1 %, 5 % y 10 % de cloruro de sodio en relación a la muestra patrón se puede observar que intervienen la cohesión en las propiedades mecánicas de suelos expansivos para su uso como subrasante, específicamente en compactación y capacidad de soporte.</p>	<p>Variable independiente (X): cloruro de sodio.</p> <p>Dimensiones: - Propiedades químicas. - Propiedades físicas.</p> <p>Variable dependiente (Y): propiedades de suelos expansivos para subrasante.</p> <p>Dimensiones: - Propiedades físicas. - Propiedades mecánicas.</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: Correspondió al suelo de subrasante del Jr. San Isidro en el distrito de Huancán, provincia de Huancayo en el departamento de Junín.</p> <p>Muestra: Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional correspondió aproximadamente 720 kg de suelo de subrasante extraído por medio de dos calicatas del Jr. San Isidro entre la Av. Panamericana Sur y el Jr. Junín.</p>

Anexo N° 02: certificados de laboratorio



Dr. Angel Hernández Castro N° 28294-1, 100 años, 1916, Lima
 Pje. Nuevo N° 123-152006, Huancayo
 Telef. 094046686 / 993205934
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-05-21	06-06-21	M-01	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

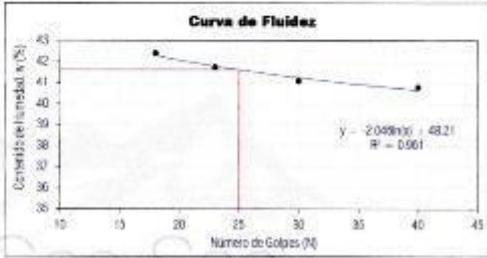
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Patrón
 Profundidad : 1.50 m.
 Napa realica : N.P.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	18	25	30	40
Recipiente N°	---	---	N° 18	N° 13	N° 14	N° 15
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	27.04	22.44	22.84	22.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{uc}	(g)	44.71	45.34	45.65	45.41
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	37.36	38.25	39.15	38.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	15.92	16.51	16.51	15.90
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	8.75	8.68	8.70	8.51
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	42.40	41.73	41.05	40.70



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.73	22.23	22.13	21.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{uc}	(g)	28.48	29.24	28.75	29.17
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	27.20	26.90	27.55	27.86
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	5.47	5.77	5.40	5.92
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	1.23	1.24	1.23	1.31
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	22.49	21.49	22.75	22.12

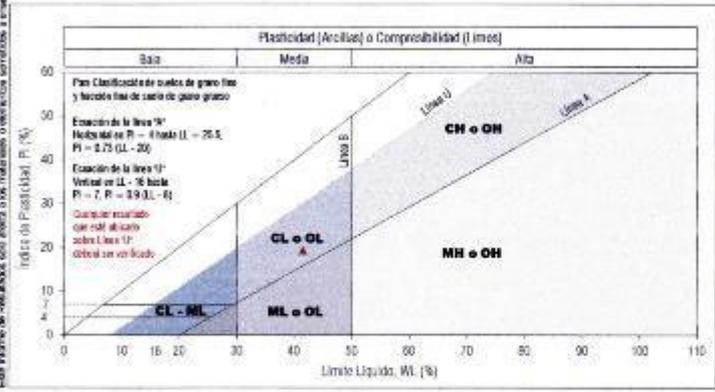
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w_L) : 41.5% Plastic Limit (PL, w_p) : 22.2% Plasticity Index (PI) : 19.3%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (19)

Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' Sobre A

Carta de Plasticidad obtenida según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.R.P. N° 204357

RUC: 20601685524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Agustín Fernández Quiroz N° 200194 - 324 Urb. Tika, Lima
 Pta. Sur N° 122-151 Chica / Huancayo
 Telef. 064046689 / 055205264
 Correo: silvergeo@msn.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	06-06-21	M-01	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Patrón
 Profundidad : 1.50 m.
 Napa freática : N.P.
 Altura (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 20	0.85 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 40	0.43 mm	12.00 g	0.6%	99.4%
N° 60	0.25 mm	8.00 g	1.1%	98.9%
N° 100	0.15 mm	12.00 g	1.7%	98.3%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	2.2%	97.8%
PASA		1896.00 g	100.0%	0.0%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente M ^o	---	---	M ^o 04
(A) Peso de Contenedor Seco	M _c	(g)	47.48
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{wh}	(g)	221.18
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	201.22
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	153.75
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	19.96
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	13.00%

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa: Masa mínima recomendada - espécimen -

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (19)
 Arcilla de baja plasticidad

Resultados de la Granulometría

Grava [N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arener [N° 200 < φ < N° 4]	2.20%
Finos [φ < N° 200]	97.80%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores obtenidos y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en el Método ASTM D6026.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tsc. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 SILVER GEO S.A.C. Ingeniería Geotécnica Laboratorio de Suelos Cuarenta y Persepolis
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA C.I.P. N° 204152
 RUC: 20601685524 (Pag. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSO



Av. Agustín Terribiletti Duarte N° 2029 Int. 104 Urb. Pils. Lima
 P.O. Box N° 123 182 Chila, Huancayo
 Telf: 84048689 / 84048690
 Correo: silvergeo@netnet.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	11-06-21	M-01	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TÉRMINO: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

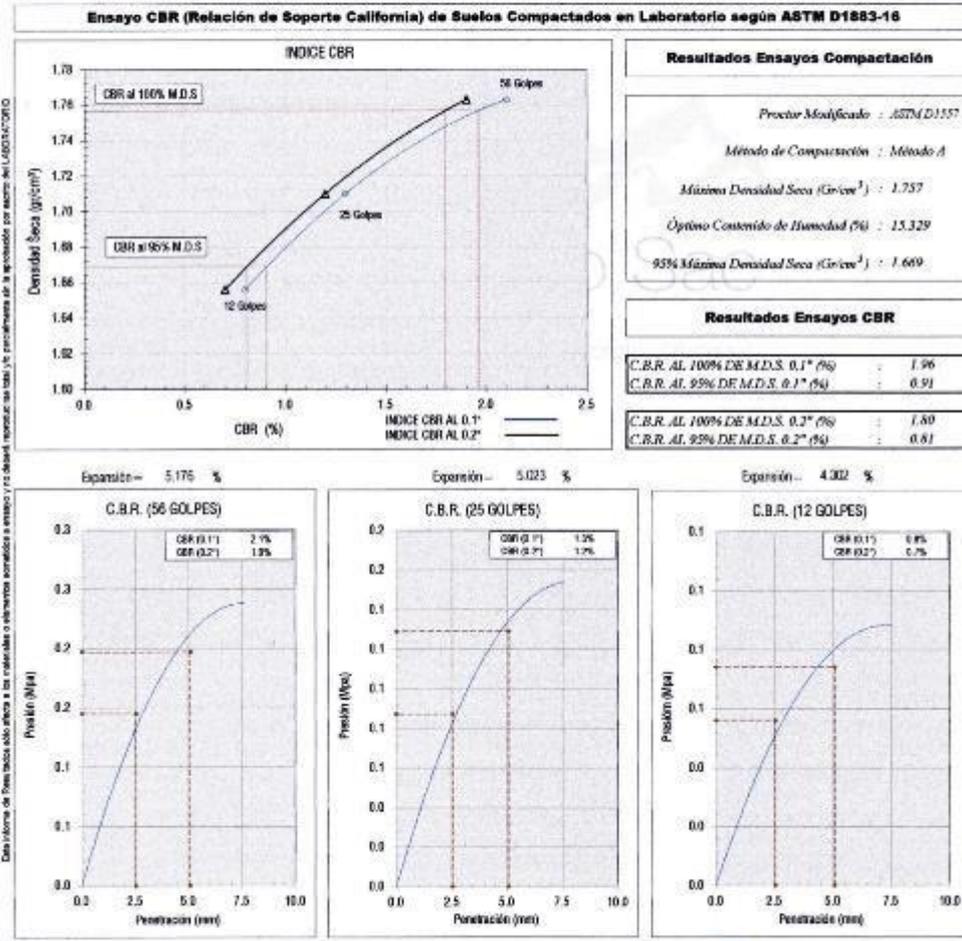
ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-18

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Patrón

Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.

Altura (Cota): 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Willy R. G.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Geotécnica Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. R. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. 20244552

RUC: 20601685524
 [Pag. 04]



Jr. Angel Remolón Ochoa N° 2659 Int. 104 Urb. Dña. Lima
 P.O. Box N° 123-011 Chilo, Huancayo
 Telef. 94646668 / 953205584
 correo: silvergeosac@netnet.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	10-06-21	M-01	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

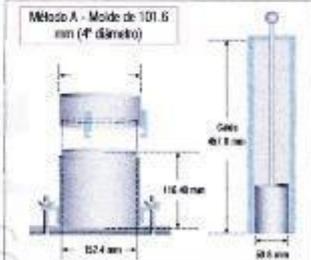
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEC TEC S.A.C.
UBICACIÓN: CHILCA
DISTRITO: HUANCAYO
PROVINCIA: JUNÍN
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Patrón
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.50 m
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N
 Gravedad Esp.: 2.87

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

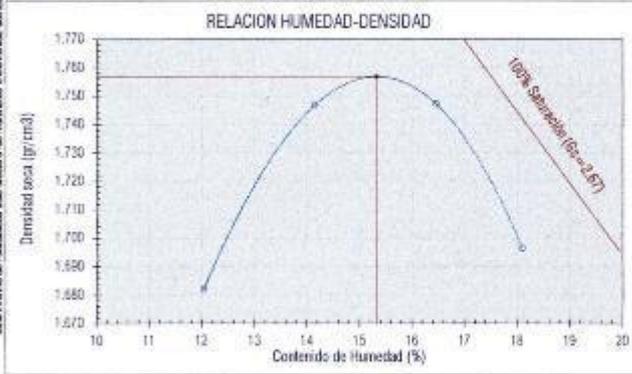
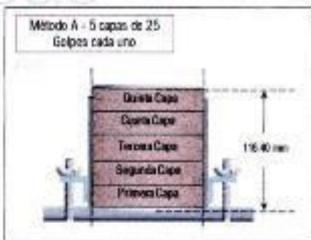
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	M	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M _{mo}	kg	5996.00	6001.00	6039.00	6010.00
(B) Peso del Molde	M _{mo}	kg	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A-B)	kg	1757.00	1859.00	1897.00	1868.00
(D) Volumen del Molde	V	m ³	632.34	632.34	632.34	632.34
(E) Densidad Humeda	(C/V)	gr/cm ³	1.892	1.994	2.835	2.934



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	kg	50.94	52.15	52.30	53.99
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M _{mo}	kg	304.95	325.11	315.08	338.75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	kg	277.67	291.26	277.85	294.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	kg	226.73	239.09	225.55	241.69
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	kg	77.29	85.83	87.13	93.78
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	17.04	14.15	16.45	18.70
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.892	1.737	1.737	1.647



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Mínima Seca (gr/cm³) : 1.757
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.29

ORGANIZACIÓN:
 Realizado: Ing. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD
 SILVER GEO S.A.C.
 Geotécnia Geológica
 Laboratorio de Pruebas Geotécnicas y Perforación
 Ing. JOSE R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 201852
 RUC: 20601685524
 [Pág. 03]



In. Angel Fernández Quiroz N° 2897 (In.) - 124 Urb. Elío, Lima
 Pda. Nueva N° 133-152 Chica, Huancayo
 Telef. 96464666 / 96520284
 Correo: lab@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	08-05-21	M-02	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEJIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Patrón
 Profundidad : 1.50 m.
 Napa freática : N.P.
 Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451 70E, 8862112 40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 20	0.85 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 40	0.43 mm	15.00 g	0.8%	99.2%
N° 60	0.25 mm	12.00 g	1.4%	98.6%
N° 100	0.15 mm	21.00 g	2.5%	97.5%
N° 200	0.08 mm	8.00 g	2.9%	97.1%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		1910.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente N°	—	—	N° 04
(A) Peso de Contenedor Vaso	M _c	(g)	47.46
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _u	(g)	221.18
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _s	(g)	201.22
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	153.76
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	19.96
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	13.00%

Registros mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especimen =

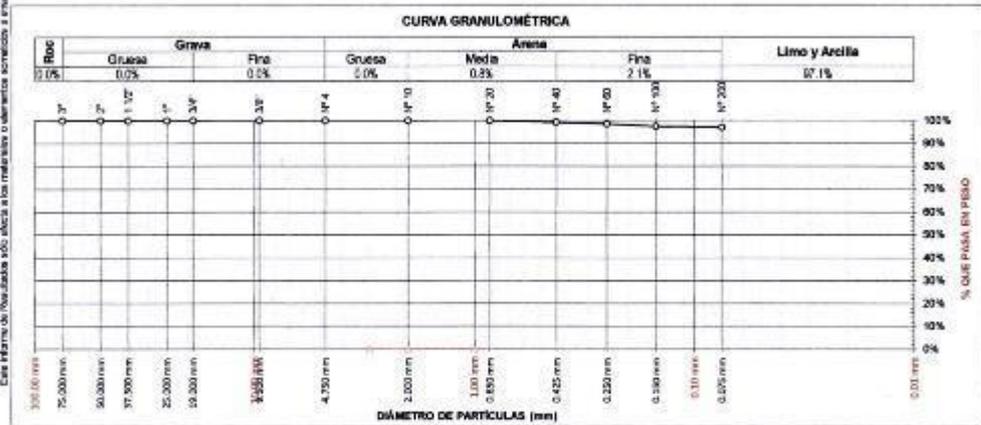
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (19)
 Arcilla de baja plasticidad

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Areña	[N° 200 < φ < N° 4]	2.99%
Fino	[φ < N° 200]	97.01%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_e = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Civil Johnny R. RAFAEL OLIVERA
 C.P. N° 204352
 RUC: 2060168524 [Pág. 01]



H. Angel Fernando Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elia, Lima
 P.O. Box N° 127 95100 Huancayo
 Telf: 96048898 / 993025584
 Correo: silvergeo@silver.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	09-05-21	M-01	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m Altitud (Cota) : 3,210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa frotoica : N.P. Coordenadas UTM : 478451.70E, 8062112.40N
 Identificación de muestra : Patrón

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Este informe de resultados sólo afecta a los indicios o errores materiales, de imprenta y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	8.30	8.60	8.70	10.20
(F) Altura arena	---	pulg	0.20	0.30	0.20	0.30
(G) Equivalente de arena	[(E + F) x 100]	%	2.4%	3.5%	2.3%	2.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	2.0%			

SILVER GEO S.A.C.
 Gerencia Gerencial
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil JOHNY R. BAYARIMPO OLIVERA
 C.P. N° 204852

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Rty S.R.
 Revisado: Ing. Janny R. G.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/08D

RUC: 20601885524
 [Pág. 05]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2803 Int. 334 y/o 335, Lima
 P.O. Box N° 332-033 Centro Comercial
 Telef. 204246688 / 205200988
 correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	10-05-21	M-02	Patón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBGRANTE

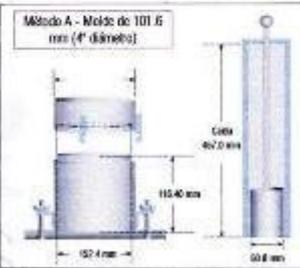
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Patón
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8062112.40N
 Gravedad Esp.: 2.87

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

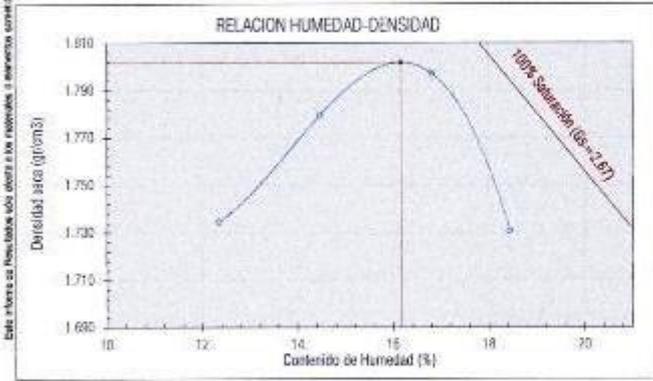
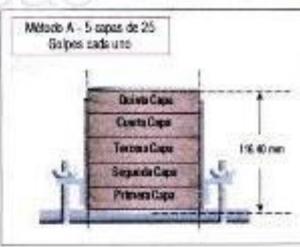
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa de Suelo Humedo & Molde	M _{mo}	g	5250.00	5041.00	6093.00	6063.00
(B) Peso del Molde	M _{ca}	g	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado (A-B)	M _{ch}	g	1617.00	1899.00	1957.00	1911.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm ³	1.745	2.037	2.099	2.050



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 21	N° 22	N° 23	N° 24
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₁	g	52.78	54.03	54.14	54.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M ₂	g	305.45	325.90	315.37	333.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	g	277.67	291.28	277.95	294.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	g	224.89	237.25	223.81	240.05
(E) Masa al Water (B-C)	M ₅	g	27.78	34.62	37.42	44.27
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	12.36	14.47	16.31	18.44
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.736	1.779	1.797	1.731



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.802
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.16

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Jobey R. D.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. RAYMUNDO OLIVERA
 I.P. N° 204392
 RUC: 20501681524
 [Pág. 03]



Jr. Angel Hernandez Cuevas N° 2879 Int. 102 Urb. Pils, Lima
 Pje. N° 101 N° 133-152 Chos. Huancayo
 Telef: 044-46688 / 32525584
 Correo: silvergeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	06-06-21	M-02	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

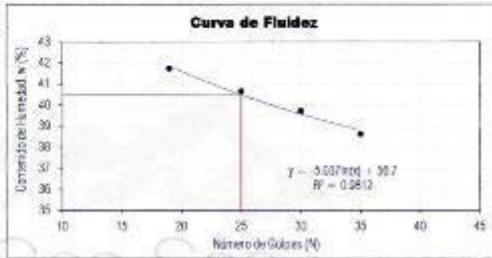
UBICACION DEL PROYECTO:
UBICACION: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACION SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Modalidad: Muestreo por el cliente
Método de Muestreo: Excavación Manual
Identificación de muestra: Patrón
Profundidad: 1.50 m.
Napa freática: N.P.
Altitud (Cota): 3.210,00 m.s.n.m.
Coordenadas UTM: 476451,70E, 8662112,40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	10	25	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 19	N° 28	N° 27	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₀	(g)	21,25	21,65	22,06	22,15
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₀₀	(g)	45,35	46,43	46,50	45,00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₂₀₀	(g)	38,28	39,31	39,55	39,40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	17,03	17,66	17,50	17,25
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	7,10	7,10	6,95	6,60
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	41,74	40,25	39,71	38,61



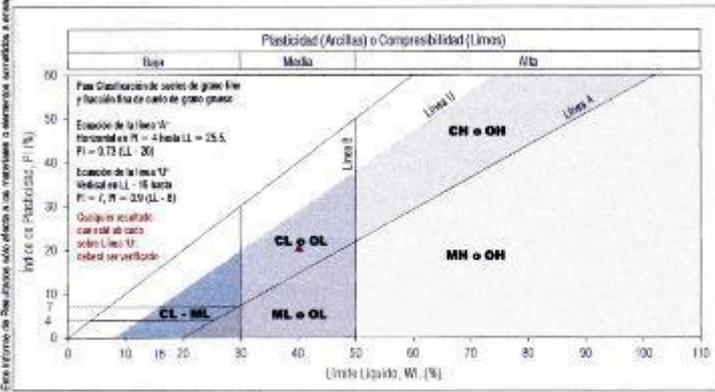
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 21	N° 22	N° 25	N° 24
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₀	(g)	22,14	22,64	22,54	22,30
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₀₀	(g)	29,15	29,98	29,48	29,80
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₂₀₀	(g)	27,88	28,78	28,34	28,67
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	5,74	6,14	5,80	6,37
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	1,17	1,18	1,14	1,13
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	20,43	19,22	19,66	19,30

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w _L)	Plastic Limit (PL, w _p)	Plasticity Index (PI)
: 40.2%	: 19.6%	: 20.6%

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (19)
 Arcilla de baja plasticidad.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : $S = 0.0025(L - 20)$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Properties of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Aly S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.T. N° 264352

RUC: 2062165524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD



Av. Regal Hernández Calle N° 2008 Int. 104 Urb. 104, Lima
 P.O. Box N° 127 152 Chino, Huancayo
 Telf: 86226888 / 86226889
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	06-06-21	M-02	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBABANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente
Profundidad: 1.50 m.
Altud (Cota): 3.210.00 m.s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual
Napa freática: N.P.
Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N
Identificación de muestra: Patrón

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variabes	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min = 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min = 1hr]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	8.40	8.60	8.70	10.20
(F) Altura arena	---	pulg	0.20	0.30	0.30	0.30
(G) Equivalente de arena	[E - F] x 100	%	2.4%	2.3%	3.4%	2.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	2.6%			

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S. R.
Revisado: Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.P. N° 204152

RUC: 20601685524
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2016/DSD

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y en ningún momento debe ser considerado por efectos de LACONIA (DFO)



Jr. Angel Fernández Colón N° 2005 int. 104 Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 123-152080, Huancayo
 Telef. 96404666 / 96558594
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

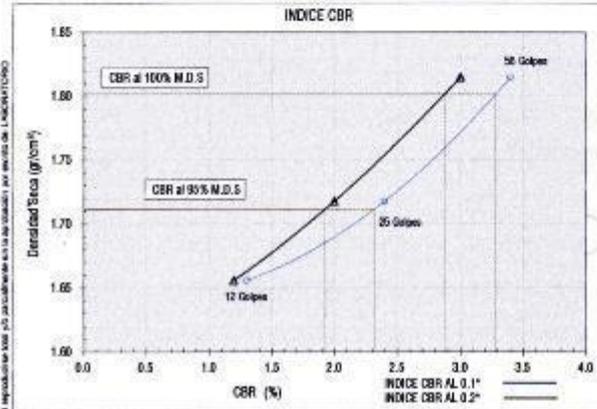
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	11-06-21	M-02	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESES: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Patrón Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : 476451.70E, 6662112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

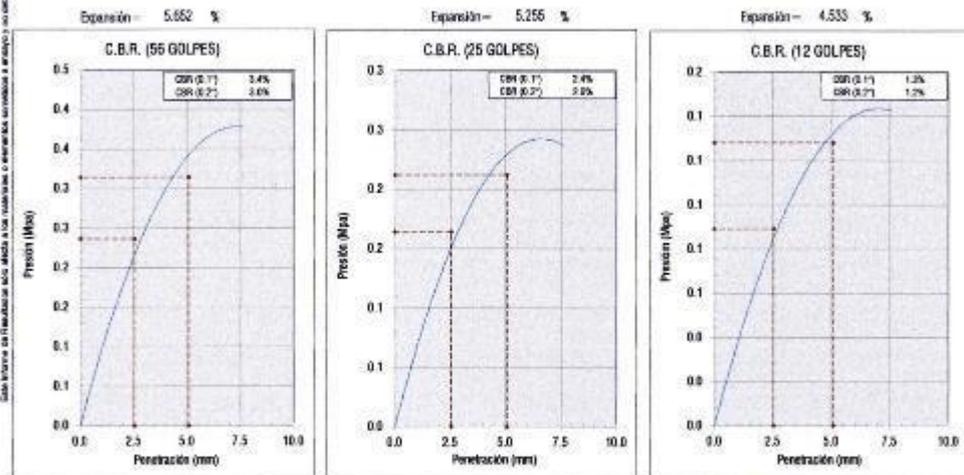


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1537
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Gricm³) : 1.802
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 16.160
 95% Mínima Densidad Seca (Gricm³) : 1.712

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 3.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 2.32
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 2.88
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 1.93



OBSERVACIONES:

Realizado: Jsc. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 094352 RUC: 20601685024 [Pag. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/DSD



Sr. Angel Fernández Castro N° 2899 int. 104 Urb. Edo. Lima
 Paja, Puñón N° 127-1570 Lima, Huancayo
 Telfax: 942-99488 / 942-99488
 Correo: silvergeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	08-06-21	M-03	Patrón

SOLICITANTE:	TESIS:
Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

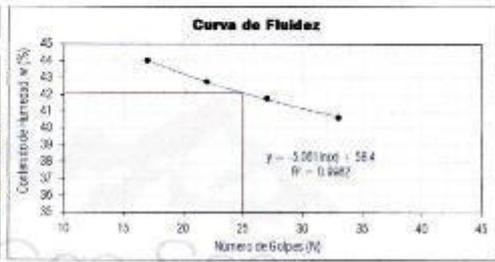
UBICACION DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17 ¹ CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	Profundidad	Altud (Cota)
Método de Muestreo : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Identificación de muestra : Patrón	1.50 m. Napa teórica : N.P.	3,210.00 m a n.m. Coordenadas UTM : 478451.70E, 8062112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N		17	22	27	33
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 18	N° 19	N° 20
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	(g)	22.30	22.75	23.18	23.26
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	(g)	45.26	46.39	49.40	45.96
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	36.20	38.31	39.55	39.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	15.90	16.55	16.37	16.14
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	7.00	7.08	6.85	6.58
(F) Contenido de Humedad (100° EC)	w	(%)	44.03	42.73	41.78	40.84



Límite Plástico (Método Manual)

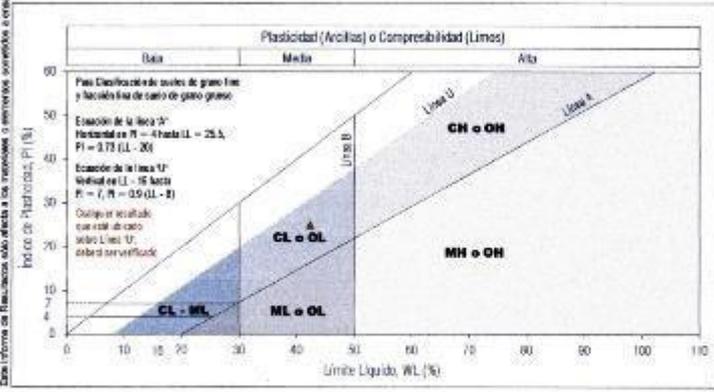
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 25	N° 26	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	(g)	23.15	23.65	23.55	23.56
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	(g)	32.45	33.20	32.78	33.18
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	31.00	31.88	31.41	31.74
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	7.90	8.23	7.86	8.30
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	1.40	1.58	1.57	1.45
(F) Contenido de Humedad (100° EC)	w	(%)	17.72	18.77	17.43	17.30

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Liquid Limit (LL, w _L)	Plastic Limit (PL, w _p)	Plasticity Index (PI)
: 42.3%	: 17.3%	: 25.0%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-7-6 (2)
<i>Arcilla de baja plasticidad</i>			



Carta de Plasticidad elaborada según Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principios de Geotecnical Engineering - Braja M. Das Ph. Edición 2008/2009.

Realizado: Tsc. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny P. D.



Jr. Civil Johnny R. RAMUNDO OLIVERA
 C.P. N° 11172

RUC 2060168524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2018/DSD



X. Angel Fernández Quiroz N° 2839 Int. 104 Urb. CDO, Lima
 P.O. Box N° 122-15 22024, Huancayo
 Telef. 053 283400, 963620048
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	06-06-21	M-03	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-18
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Metodología: Muestreo por el cliente
 Profundidad: 1.50 m
 Alitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Napa freática: N.P.
 Coordenadas UTM: 476401.70E, 8662112.40N
 Identificación de muestra: Patrón

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Aberturas (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 20	0.85 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 40	0.43 mm	9.00 g	0.5%	99.5%
N° 60	0.25 mm	11.00 g	1.1%	98.9%
N° 100	0.15 mm	15.00 g	1.8%	98.2%
N° 200	0.08 mm	7.00 g	2.2%	97.8%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		1896.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 15
(A) Peso de Contenedor Vazio	M _c	(g)	51.23
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	222.13
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	208.22
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	150.99
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	19.86
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	13.20%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total:
 - Tamaño máximo permitido % que pasa
 - Masa mínima recomendada - especímenes -

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-7-6 (23)
 Arcilla de baja plasticidad.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arma	[N° 200 < φ < N° 4]	2.20%
Fino	[φ < N° 200]	97.80%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

REVISADO: Tec. Roy S.R.
 Ing. Johnny R.O.
SILVER GEO S.A.C.
 Gerencia General
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. CIVIL Johnny R. PATYMONDO OLIVERA
 C.P. N° 24442
 RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Angel Fernández Galvez N° 2827 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Jgla. Kallpa N° 123-152 Oficina, Huancayo
 Telf: 554494928 / 995999594
 Correo: lab@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD, MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	11-06-21	M-03	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

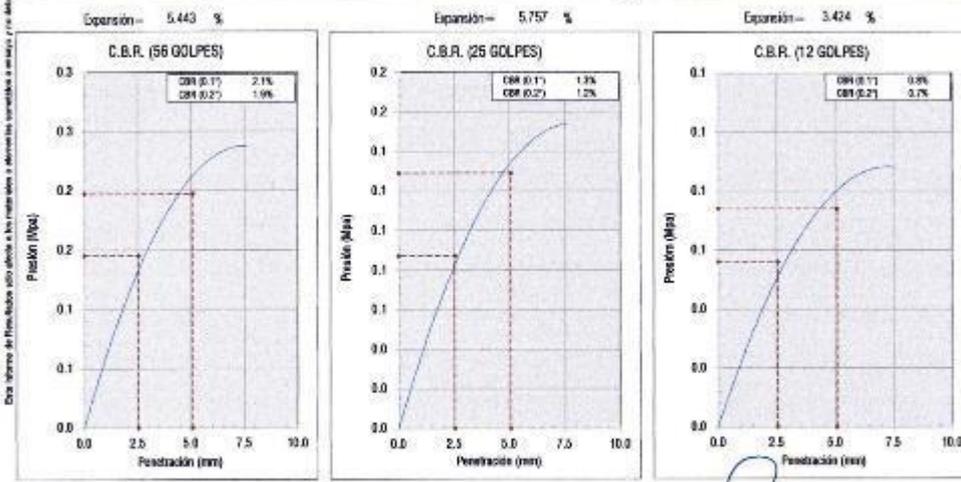
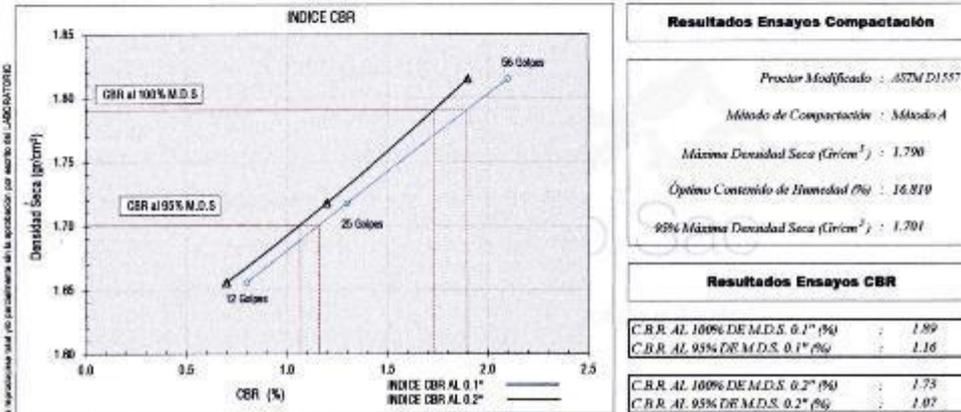
ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Patrón

Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.

Altura (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 9662112.40N

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil **Johnny R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.A.P. N° 203130

RUC: 20501685524 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004558/2018/DSD



R. Arce Fernández Guzmán N° 208191030 Urb. Bello Horizonte
 P.O. Box N° 127-137 Chila, Huancayo
 Telf: 0800045110/0800045111
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	10-05-21	M-03	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

UBICACION DEL PROYECTO:
 UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN

TESIS: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Patrón
 Procedimiento Utilizado: Método A

Profundidad: 1.50 m
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad

Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m
 Coordenadas UTM: 476461.70E, 8562112.40N
 Gravedad Esp.: 2.87

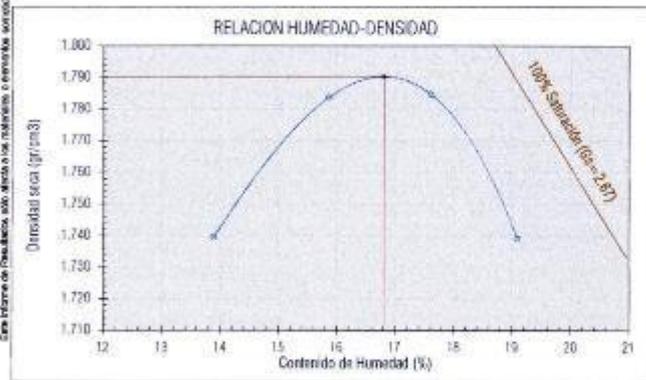
Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Unid.		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M _{mo}	g	6883.00	6063.00	6069.00	6073.00
(B) Peso del Molde	M _{mo}	g	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	g	1847.00	1927.00	1927.00	1931.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	332.34	332.34	332.34	332.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm ³	5.56	5.80	5.80	5.81

Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unid.		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 56	N° 57	N° 58	N° 59
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	g	53.74	54.99	55.10	55.69
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	g	452.16	472.21	462.28	485.96
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	g	403.06	415.15	401.30	417.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	g	249.32	260.16	246.20	261.11
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	g	49.03	57.05	60.98	68.96
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	19.69	21.93	24.78	26.41
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.739	1.784	1.785	1.738



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.790
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 18.81

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil **JOHNY R. RAMUNDO OLIVERA**
 C.I.F. N° 264352

R.U.C: 20801685524
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/OSD



J. Angel Fernández Quiroz N° 2000 Inv. 104 Urb. Clio, Lima
 P.O. Box N° 12-15 21 Chica, Huancayo
 Telf: 054262447 / 054 503546
 correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA FIN DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	09-06-21	M-03	Patrón

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Medioidad: Muestreo por el cliente **Profundidad:** 1.50 m **Altitud (Cota):** 3,210.00 m s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual **Mapa bruto:** N.P. **Coordenadas UTM:** 476451.70E, 8562112.40N
Identificación de muestra: Patrón

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Método		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	mm	8.50	8.50	8.90	10.20
(F) Altura arena	---	mm	0.30	0.10	0.20	0.30
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	3.5%	1.2%	2.2%	2.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	2.5%			

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o elementos o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GBO S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. **JOHNNY R. RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.E. N° 994152

RUC: 20611655624
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DIG



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 207914, 324 Urb. Tika, Lima
 Pta. Nueva N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 064049688 / 33328584
 Correo: silvergeo@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	08-06-21	M-02	Cloruro de Sodio

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMAS: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACION DEL PROYECTO: UBICACION: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEK S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: ANALISIS GRANULOMETRICO SEGUN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACION: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Identificación de muestra: Cloruro de Sodio

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamizos ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	9.00 g	1.4%	98.6%
N° 20	0.85 mm	79.00 g	14.0%	86.6%
N° 40	0.43 mm	371.00 g	56.2%	34.8%
N° 60	0.25 mm	115.00 g	63.6%	16.4%
N° 100	0.15 mm	72.00 g	65.1%	4.9%
N° 200	0.08 mm	30.00 g	59.8%	0.2%
PASA		1.00 g	100.0%	0.0%
		627.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Método		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 21
(A) Peso de Contenedor (Vaso)	M _c	(g)	51.12
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{un}	(g)	314.35
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	308.74
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	258.62
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	5.67
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	2.20%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total: - Tamaño máximo partícula & que pasa: Masa mínima recomendada - espesimen =

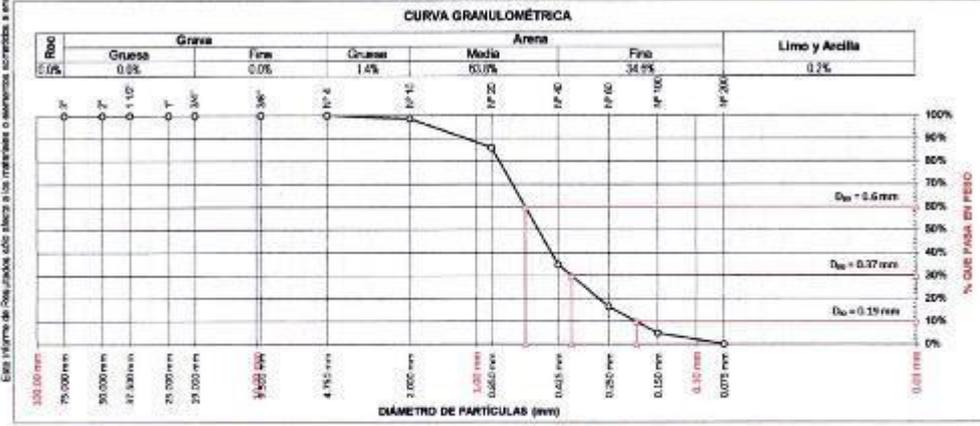
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : SP AASHTO (ASTM D3282-15) : A-2-6 (P)
 Arena pobremente graduada

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"	0.00%
Areia	[N° 200 < φ < N° 4	99.80%
Finos	[φ < N° 200	0.20%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{15} = 0.19 \text{ mm}$	$D_{30} = 0.37 \text{ mm}$	$D_{60} = 0.60 \text{ mm}$
$C_u = D_{60} / D_{15}$		3.18
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{15} \cdot D_{60})$		1.22



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los decimales para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6026.
OBSERVACIONES:

Realizado: Tac. Roy S.P.
 Revisado: Ing. Joby R. O.



RUC: 20601685524
 [Pag. 01]



Av. Ángel Hernández Cuzco N° 2071 Int. 334 Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 222-152 Chila, Huancayo
 Telf: 06494646 / 05250584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-01	Cloruro de Sodio

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRABANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Identificación de muestra : Cloruro de Sodio

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM F11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	9.00 g	1.5%	98.5%
N° 20	0.85 mm	82.00 g	15.2%	84.8%
N° 40	0.42 mm	313.00 g	67.4%	32.6%
N° 60	0.25 mm	101.00 g	84.3%	15.7%
N° 100	0.15 mm	64.00 g	85.0%	5.0%
N° 200	0.08 mm	26.00 g	99.2%	0.7%
FASA		4.00 g	100.0%	0.0%
		599.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Mtro		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente M ^o	—	—	N° 05
(A) Peso de Contenedor Vacio	M ₁	g	45.51
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	g	221.18
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	g	217.22
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M ₄	g	168.51
(E) Peso de Agua (B-C)	M ₅	g	3.96
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	2.33%

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total: Tamaño máximo partícula 1/4 que pasa Malla número correspondiente - especímenes =

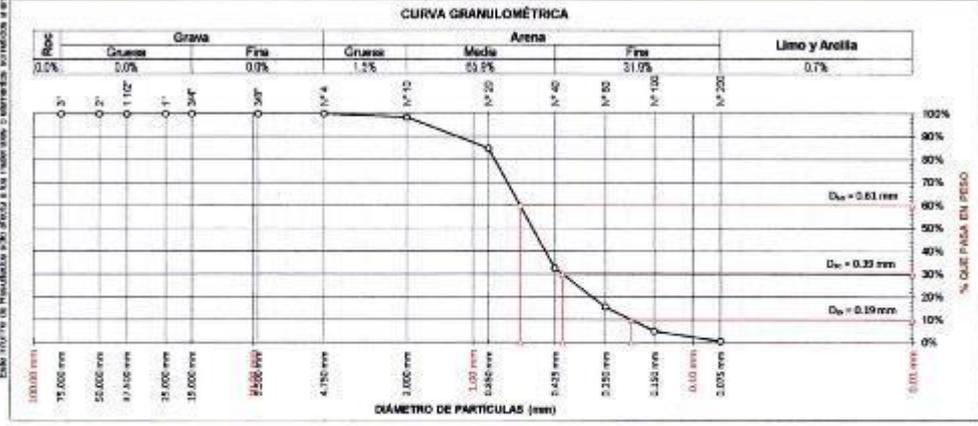
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : SP AASHTO (ASTM D3282-15) : A-2-6 (0)
 Arena pobremente graduada

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Armas	[N° 200 < φ < N° 4]	99.30%
Finos	[φ < N° 200]	0.70%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{15} = 0.19 \text{ mm}$	$D_{30} = 0.39 \text{ mm}$	$D_{60} = 0.61 \text{ mm}$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		3.21
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		1.32



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los decimales para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6926.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Ing. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pag. 01]



Av. Angel Fernández Quiroz N° 202114, 201 Urb. Vía, Lima
 P.O. Box N° 122-152 Chica, Huancayo
 Telf: 064046888 / 055202584
 Correo: @silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	08-06-21	M-03	Cloruro de Sodio

SOLICITANTE: Sr MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Identificación de muestra : Cloruro de Sodio

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	14.00 g	2.2%	97.8%
N° 20	0.85 mm	51.00 g	14.7%	85.3%
N° 40	0.43 mm	304.00 g	61.7%	38.3%
N° 60	0.25 mm	128.00 g	81.5%	18.5%
N° 100	0.15 mm	91.00 g	95.5%	4.5%
N° 200	0.08 mm	27.00 g	99.7%	0.3%
PASA		2.00 g	100.0%	0.0%
		647.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente M ^o	---	---	N° 25
(A) Peso de Contenedor Vaco	M _c	(g)	41.80
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{uc}	(g)	260.10
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	263.97
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	242.07
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	6.13
(F) Contenido de Humedad (100* W/W)	w	(%)	2.10%

Requisitos mínimos de espesor de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total - tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - especimen =

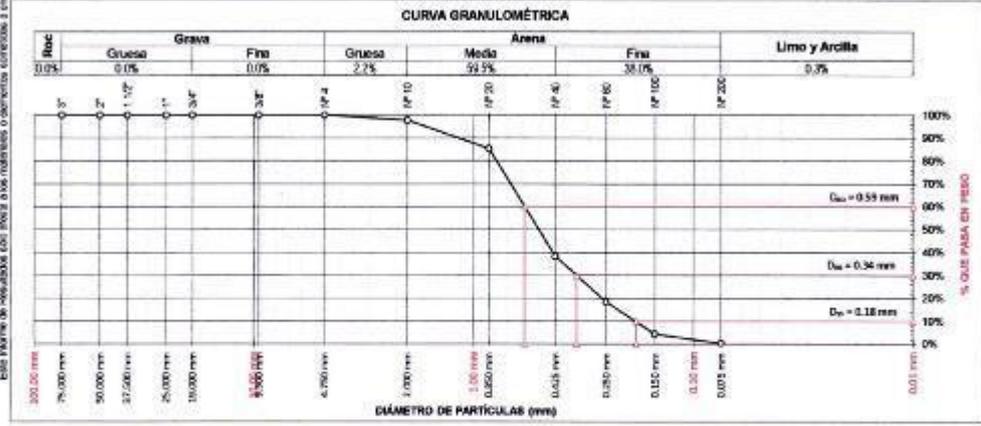
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : SP AASHTO (ASTM D3282-15) : A-2-5 (II)
 Arena pobremente graduada

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	99.70%
Finos	[φ < N° 200]	0.30%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} = 0.18 \text{ mm}$	$D_{30} = 0.34 \text{ mm}$	$D_{60} = 0.59 \text{ mm}$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		3.19
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		1.09



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a badecines para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6926.
OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Ayl S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R.O.



RUC: 20601685524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/COG



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2000 Int. 334 Urb. Cito, Lima
 Paja, N.º 111-132 Chica, Huancaayo
 Telf.: 96404048 / 965502584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-01	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

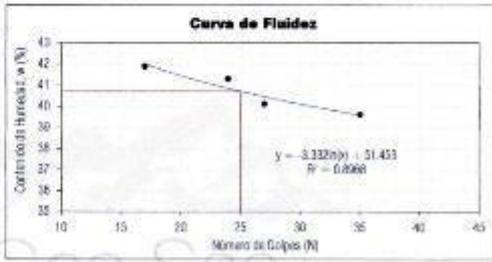
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

Mobilidad: Muestreo por el cliente
Método de Muestreo: Excavación Manual
Identificación de muestra: Adición 1% de NaCl
Profundidad: 1.50 m
Haza fríasica: N.P.
Altud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m
Coordenadas UTM: 476451.70E, 8062112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Método					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	---	17	24	27	36
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 26	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vaco	M ₁	g	22.45	22.85	23.25	23.35
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	g	47.65	46.98	46.99	48.55
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	g	40.35	41.34	41.82	41.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	g	17.90	18.49	18.37	18.05
(E) Masa of Water (B-C)	M ₅	g	7.50	7.64	7.37	7.15
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	41.90	41.32	40.17	39.61



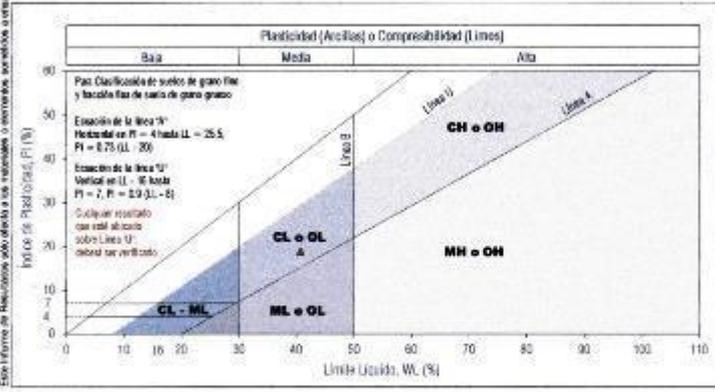
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Método					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 58	N° 57	N° 50	N° 59
(A) Masa de Contenedor Vaco	M ₁	g	22.14	22.64	22.54	22.30
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	g	32.45	33.26	32.73	32.13
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	g	30.57	31.40	30.43	31.26
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	g	8.43	8.76	8.29	8.91
(E) Masa of Water (B-C)	M ₅	g	1.89	1.86	1.85	1.83
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	22.50	21.23	22.03	21.66

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w _p) : 40.7%	Plastic Limit (PL, w _p) : 21.6%	Plasticity Index (PI) : 18.9%
--	---	-------------------------------

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (B)
 Arcilla de baja plasticidad



LEYENDA

- Suelo sin cohesión
- Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
- Limos inorgánicos de baja compresibilidad
- Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
- Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
- Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas

Ecuación de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edición

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Dr. Angel Hernández Quiroz N° 20611-01, 101 Calle 15ta, Lima
 Pda. Nofes N° 122-2310 Ros. Huancayo
 Telf: 36434688 / 36393554
 Correo: lab@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-05-21	07-05-21	M-01	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Profundidad : 1,50 m.
 Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Napa freática : N.P.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N
 Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	17.00 g	0.9%	99.1%
N° 20	0.85 mm	11.00 g	1.4%	98.6%
N° 40	0.43 mm	12.00 g	2.1%	97.9%
N° 60	0.25 mm	21.00 g	3.1%	96.9%
N° 100	0.15 mm	12.00 g	3.8%	96.2%
N° 200	0.08 mm	19.00 g	4.7%	95.3%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		1946.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vaso	M _c	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _u	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _s	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total: Tamaño máximo partícula 1/4" que pasa Malla mínima recomendada - espécimen -

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (19)
 Areilla de baja plasticidad

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
arena	[N° 200 < φ < N° 4]	4.70%
Fines	[φ < N° 200]	95.30%

Coefficientes / Fines ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} D_{60})$		



Los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D690.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tsc. Rey S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.
 SILVER GEO SACS
 Gerente General
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. MATAMOROS OLIVERA RUC: 20601685524
 C.P. N° 204352 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004538 2018/DSD



J. Ángel Hernández Cuatrecasas N° 2809 Int. 201 Arbo. Lillo, Lima
 P.O. Box N° 1211570002, Huancayo
 Telf: 061 400400 / 061 505584
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

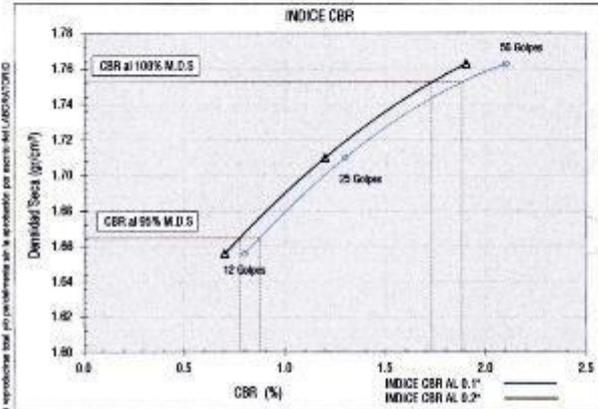
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	19-06-21	M-01	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMAS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
UBICACIÓN: CHILCA
DISTRITO: HUANCAYO
PROVINCIA: JUNÍN
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-18

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m
 Identificación muestra: Adición 1% de NaCl Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 6652112.40N

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-18

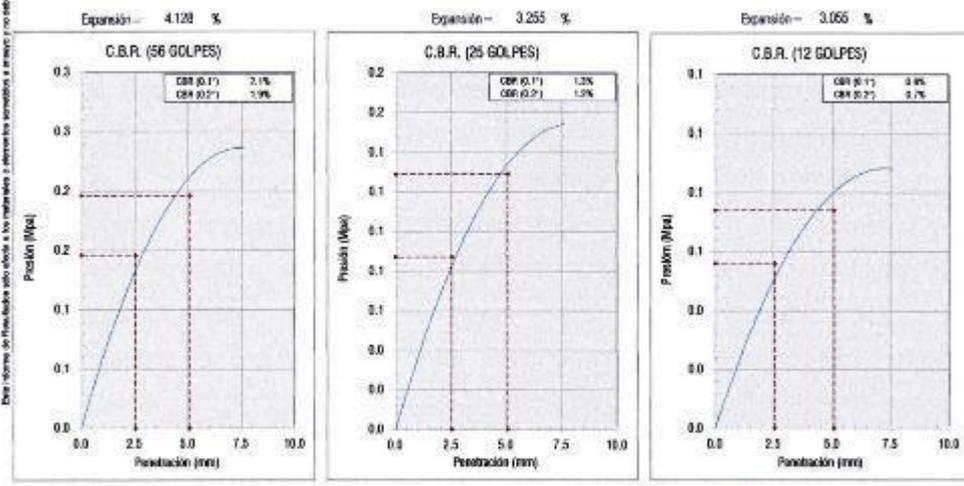


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.753
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.787
 95% Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.665

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 1.89
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 0.87
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 1.73
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 0.77



OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004855-2018/DSD

SILVER GEO SAC
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. ROMMUNDO OLIVERA, C. 2060168524
 C.P. N° 04352 [Pág. 04]



Av. Angel Hernández Corvalán N° 2803 (Int. 2da Urb. Alto, Lima)
 P.O. Box N° 172 (17278) Huancayo
 Telf: 0454344 / 0454348
 Correo: silvergeo@msn.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	18-06-21	M-01	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

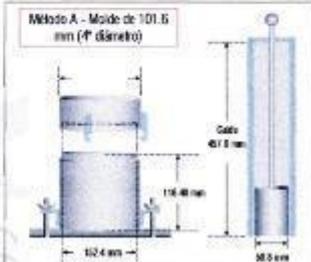
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12a1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Adición 1% de NaCl
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8082112.40N
 Gravedad Esp.: 2.87

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12a1)

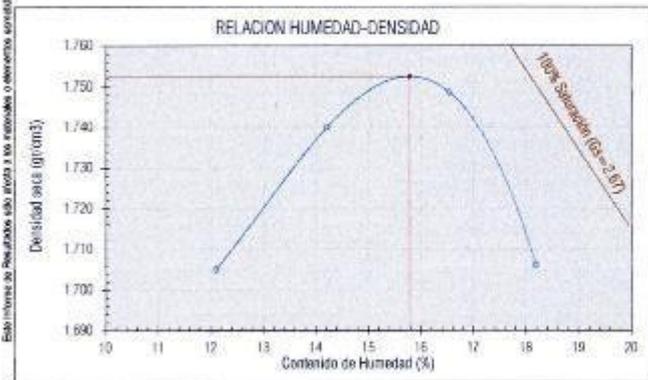
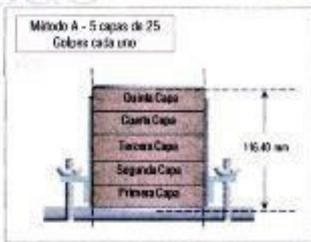
Compactación según ASTM D1557-12a1

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{húmedo}	(g)	5004.00	5996.00	5042.00	5022.00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A-B)	M _{compactado}	(g)	1782.00	1853.00	1900.00	1880.00
(D) Volumen del Molde	V	m ³	0.0234	0.0234	0.0234	0.0234
(E) Densidad Húmeda (C/D)	ρ _{húmeda}	g/cm ³	1.311	1.087	2.033	2.076



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 25	N° 26	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	(g)	51.12	52.37	52.48	53.27
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	303.99	324.11	314.08	307.76
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	278.87	290.28	278.95	280.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	225.55	237.81	224.47	240.71
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	27.29	33.83	37.13	43.78
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	12.10	14.22	16.54	18.18
(G) Densidad Seca	ρ _{seca}	g/cm ³	1.703	1.740	1.749	1.705



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Mínima Seca (g/cm³) : 1.753
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.79

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R.O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004855-2018/USD

SILVER GEO S.A.C.
 Control de Calidad
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Petroleros
 1ro. Civil Johnny R. RAMONDO OLIVERA R.O. 2060158524
 C.I.P. N° 201552 [Pag. 03]



J. Angel Fernández Quiroz N° 2889 Int. 104 Urb. CDS, Lima
 Pje. N° 15 N° 122-15 C/Chica, Huancayo
 Telf: 04542667 / 045405568
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	07-06-21	M-02	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl

Profundidad : 1.50 m
 Mapa Inédica : N.P.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.a.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 6902112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1.12"	27.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	14.00 g	0.7%	99.3%
N° 20	0.85 mm	15.00 g	1.5%	98.5%
N° 40	0.43 mm	21.00 g	2.6%	97.4%
N° 60	0.25 mm	19.00 g	3.3%	96.7%
N° 100	0.15 mm	10.00 g	4.0%	96.0%
N° 200	0.08 mm	19.00 g	5.0%	95.0%
PASA		1894.00 g	100.0%	0.0%
		1952.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	—	—	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	g	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{as}	g	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	g	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	g	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	g	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	—

Registros mínimos de espesímetro de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 - Tamaño máximo partícula % que pasa
 - Masa mínima recomendada - espesímetro -

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (18)

Arcilla de baja plasticidad.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Areña	[N° 200 < φ < N° 4]	5.00%
Finos	[φ < N° 200]	95.00%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{60} =$	$D_{30} =$	$D_{10} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirechices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D7022.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/D60



J. Angel Fernández Quiroz N° 2000 Int. 104 Urb. Dto. Lima
 P.O. Box N° 127-05 21 Chica, Huancayo
 Telf: 045486881 / 045486882
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-01	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Mapa Irregular : N.P. Coordenadas UTM : 476451.70E, 8562112.40N
 Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Mts		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	ulg	9.00	8.60	8.70	10.20
(F) Altura arena	---	ulg	0.30	0.30	0.20	0.40
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	3.3%	3.5%	2.3%	3.9%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	3.3%			

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos normalizados en ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Elaborado: Jec. Rcy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Chris Johnny R. OLIVERA
 CLP. N° 2014362 RUC 20501685524
 (Pag. 05)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



H. Regal Heredades Calle N° 2829/101, 104 Urb. El Sol, Lima
 Pje. N° 122 152 Chilca, Huancayo
 Telef. 94528888 / 94528889
 Correo: silvergeo@comcel.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	18-06-21	M-02	Añición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

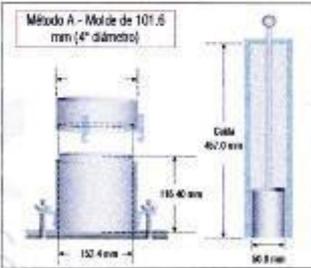
UBICACION DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

Modidad: Muestra por el cliente
Identificación muestra: Añición 1% de NaCl
Procedimiento Utilizado: Método A
Profundidad: 1.50 m.
Símbolo del Suelo: CL
Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad
Altitud (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
Coordenadas UTM: 478451.70E, 9882112.40N
Gravedad Esp: 2.67

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

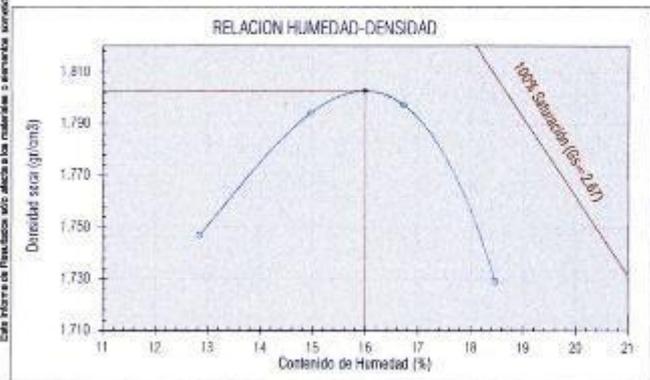
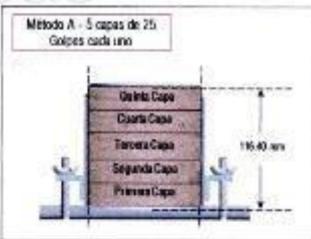
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Uno		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa de Suelo húmedo & Molde	M _{mo}	(g)	5980.00	6065.00	6068.00	6052.00
(B) Peso del Molde	M _{mo}	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A-B)	(A-B)	(g)	1838.00	1923.00	1666.00	1910.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda (C/D)	(C/D)	g/cm ³	1.971	2.063	1.788	2.049



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Uno		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 70	N° 74	N° 80	N° 81
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	30.25	31.31	31.52	32.41
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	(g)	261.25	321.40	311.27	338.05
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	272.87	286.28	274.15	290.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	222.41	224.77	222.53	238.57
(E) Masa de Agua (B-C)	M _a	(g)	38.84	35.12	37.22	44.07
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	12.85	14.36	16.73	18.47
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.747	1.734	1.737	1.723



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³): 1.805
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 15.99

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.P.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004555-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Revista Científica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 RUC: 2090166524
 [Pág. 03]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2059 Int. 204 Urb. Elv. Lima
 Pje. N° 161 N° 121-152200CA, HUANCAJO
 Telef. 960-96480 / 960550084
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-02	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TERMS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

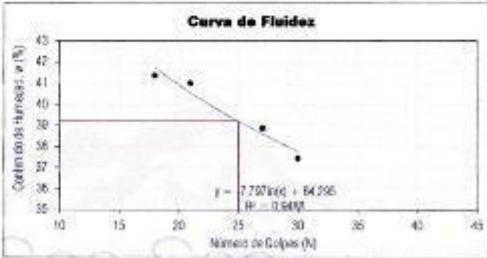
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl
 Profundidad : 1.50 m
 Haza fresca : N.P.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.a.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8062112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Val.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N		18	21	27	30
Recipiente M ¹	---		N° 16	N° 79	N° 80	N° 81
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	lg	21.80	22.20	22.00	22.75
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _u	lg	44.76	45.91	45.27	45.48
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _s	lg	38.08	39.04	38.42	39.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _d	lg	16.19	16.75	16.73	16.51
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	lg	6.75	6.67	6.50	6.18
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	41.38	41.01	38.85	37.43



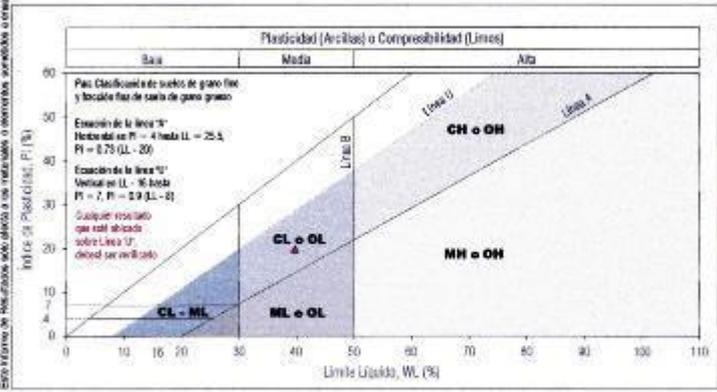
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Val.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente M ¹	---		N° 101	N° 102	N° 103	N° 104
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	lg	23.45	23.05	23.85	23.06
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _u	lg	31.25	32.04	31.58	31.57
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _s	lg	29.03	30.70	30.29	30.62
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _d	lg	6.48	6.75	6.44	6.96
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	lg	1.35	1.34	1.27	1.35
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	20.66	19.85	19.72	19.40

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w _L)	: 39.7%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 19.8%	Plasticity Index (PI)	: 19.9%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (18)
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea "A" Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

Realizado: Tte. Aly S.R.
 Revisado: Arg. Army R.D.

SILVER GEO SAC
 Geotecnia y Pavimentos
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.E.T. N° 245352

RUC: 20601885624
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSO



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2000 Int. 201 Urb. Cito, Lima
 Pje. Niles N° 322 152046a, Huanuco
 Telf: 98498889 / 98498888
 Correo: silvergeo@silver.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-02	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m. Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excepción Manual Mapa topográfica : N.P. Coordenadas UTM : 475451.70E, 8662112.40N
 Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min + 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min + 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.00	9.30	9.40	9.60
(F) Altura arena	---	pulg	0.30	0.30	0.20	0.40
(G) Equivalente de arena	(E + F) x 100	%	3.0%	3.2%	2.4%	4.2%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	3.2%			

Este informe es confidencial, solo debe ser utilizado por el solicitante y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la autorización por escrito de LABORAT.SILVER

OBSERVACIONES:

Resultado: Tac. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil **JOSÉ RAYMUNDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 304352

RUC: 20821655024
 [Féj. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSC



H. Ángel Hernández Gutiérrez N° 2829 (Int.) 104 Urb. El Sol, Lima
 P.O. Box N° 132-032 Chloa, Huancayo
 Telef. 064046668 / 555582384
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

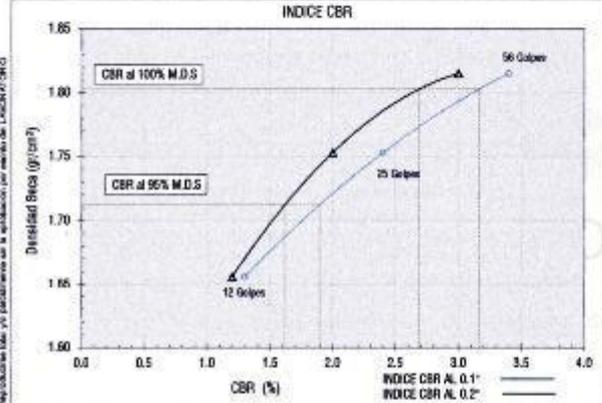
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	18-06-21	M-02	Añición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-18

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Añición 1% de NaCl
 Profundidad: 1.50 m
 Símbolo del Suelo: CL
 Altitud (Cota) : 3210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : 478451.70E, 8852112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-18

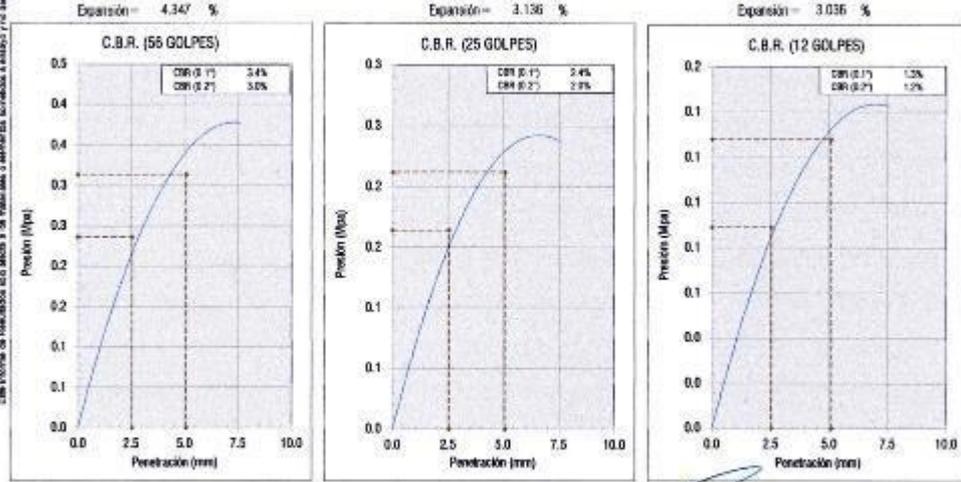


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Grcw³) : 1.803
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.992
 95% Máxima Densidad Seca (Grcw³) : 1.713

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 3.17
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 1.90
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 2.69
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 1.62



OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución C-004588-2019/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 C.I. Johnny R. OLIVERA
 C.I.P. N° 124333
 RUC: 20601685524
 [Pág. 04]



v. Angel Fernández Cuervo N° 2899 Int. 104 Urb. Cito, Urea
 Paja, Huancayo N° 127-15.20062, Huancayo
 Telef. 043240427 / 043240428
 Correo: silvergeo@msn.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-03	Añición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESES: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

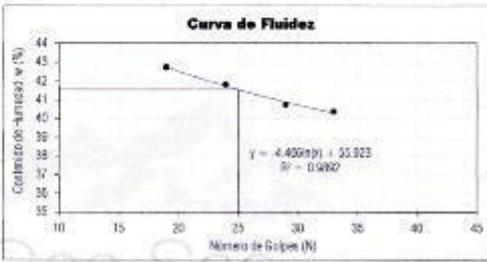
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Añición 1% de NaCl
 Profundidad : 1.50 m
 Haza freática : N.P.
 Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N		19	24	29	30
Recipiente N°			N° 10	N° 122	N° 123	N° 124
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	g	22.65	25.25	23.65	23.75
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{we}	g	41.65	42.76	42.79	42.35
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	g	30.02	37.02	37.23	37.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	g	13.17	15.77	15.00	13.25
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	g	5.43	5.75	5.54	5.35
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	42.75	41.63	40.74	40.38



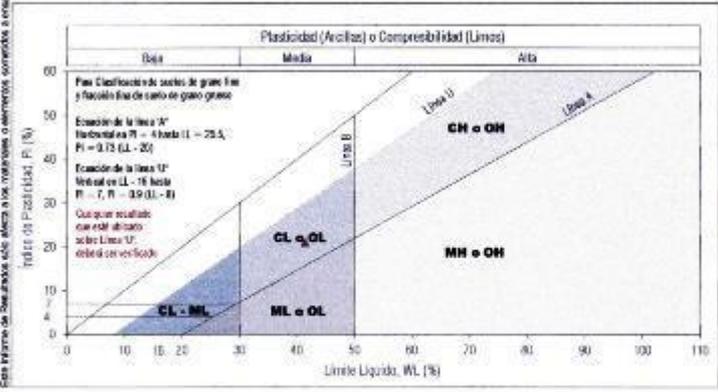
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°			N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	g	22.65	25.15	23.05	22.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{we}	g	32.14	32.95	32.47	32.88
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	g	30.52	31.32	30.85	31.18
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	g	7.87	8.17	7.80	8.32
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	g	1.62	1.63	1.62	1.70
(F) Contenido de Humedad (100* E/C)	w	(%)	20.56	19.95	20.77	20.43

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L)	Plastic Limit (PL, w _p)	Plasticity Index (PI)
: 41.4%	: 20.4%	: 21.0%

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL
 AASHTO (ASTM D3282-15) : A-7-6 (19)
 Arcilla de baja plasticidad



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Líneas inorgánicas de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Líneas inorgánicas de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Líneas inorgánicas de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A' : Suba A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos Casapunta
 Ing. Civil Jhon R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.R. N° 204352

R.I.C.: 20601681524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004938-2018/MSD



Av. Regal Fernández Quiroga N° 2009 (col. 124) Urb. El Sol, Lima
 Pje. Moles N° 122-02 Chino, Huancayo
 Telef. 044946688 / 953392554
 Correo: silvergeo@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	07-06-21	M-03	Añición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEJIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILGA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TONO DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Profundidad : 1.50 m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Napa frolica : N.P.
 Identificación de muestra : Añición 1% de NaCl
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	22.00 g	1.1%	98.9%
N° 20	0.85 mm	27.00 g	2.5%	97.5%
N° 40	0.43 mm	20.00 g	3.5%	96.5%
N° 60	0.25 mm	23.00 g	4.7%	95.3%
N° 100	0.15 mm	8.00 g	5.1%	94.9%
N° 200	0.08 mm	7.00 g	5.5%	94.5%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		1961.00 g	100.0%	100.0%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente NP			N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{um}	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	--

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionados como representativo de la muestra total
 - Tamaño máximo partícula & que pase
 - Masa mínima recomendada - especímen -

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-7-6 (19)
 Arcilla de baja plasticidad.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Aréola	[N° 200 < φ < N° 4]	5.50%
Finos	[φ < N° 200]	94.50%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = \frac{D_{60} - D_{30}}{D_{10}}$		
$C_c = \frac{D_{60}^2}{D_{10} D_{30}}$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las rectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 SILVER GEO S.A.C. **CONCRETO CONSULTAS**
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204312
 RUC: 20601685524 [Pág. 01]



St. Ángel Hernández 20120 P.O. Box 105, 104 U.S. 370, Lima
 Pje. Rufin N° 127-131 Chilca, Huancayo
 Telef. 8462666 / 85050508
 Correo: silvergeo@netnet.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

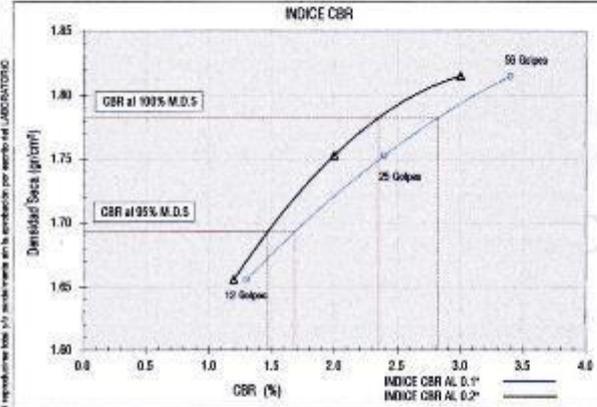
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-05-21	19-05-21	M-03	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición 1% de NaCl Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

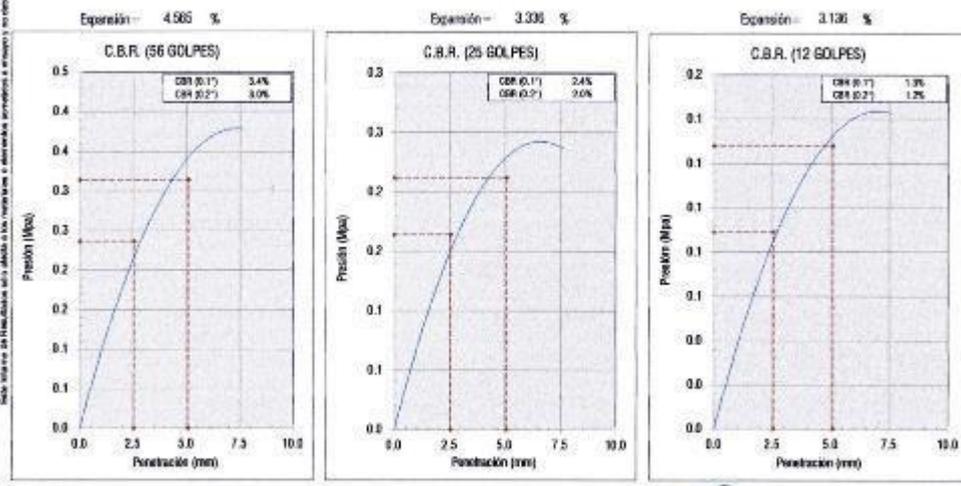


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.782
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 16.049
 95% Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.693

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 2.82
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 1.68
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 2.33
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 1.47



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/D60

SILVER GEO SAC
 Oficina Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 244952

RUC: 20601685524
 [Pág. 04]



Av. Angel Fernández Gutiérrez N° 2809 Int. 104 Urb. Dña. Úrsula
 Paj. N° 133-451701-0, Huancayo
 Telef: 94406444 / 94406454
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-08-21	18-08-21	M-03	Acción 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

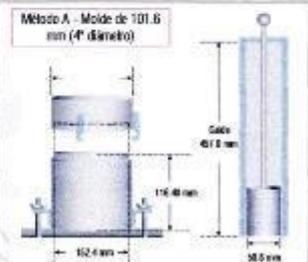
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Acción 1% de NaCl
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 475451.70E, 8062112.40N
 Gravedad Esp.: 2.67

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

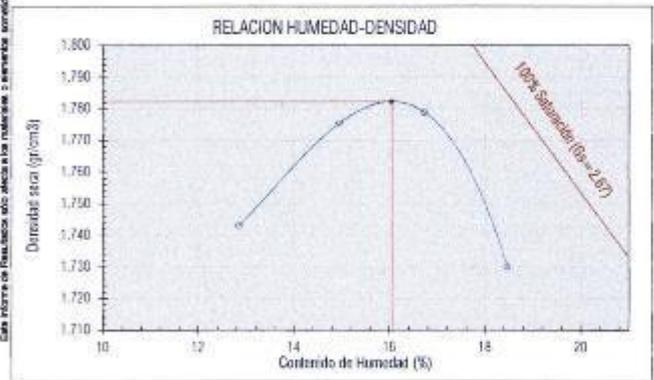
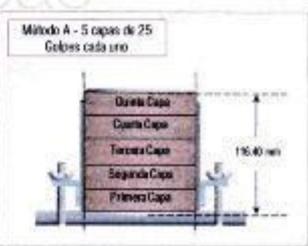
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M _{moj}	kg	5976.00	6045.00	6078.00	6053.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	kg	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	kg	1834.00	1903.00	1936.00	1911.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	532.34	532.34	532.34	532.34
(E) Densidad Humeda	(C / D)	g/cm ³	1.907	2.041	2.075	2.050



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 76	N° 79	N° 80	N° 81
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	kg	50.26	51.51	51.62	52.41
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M _{moj}	kg	301.25	321.49	311.37	305.06
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sec}	kg	272.67	286.28	274.15	290.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	kg	222.41	234.77	222.53	238.27
(E) Masa al Water (B-C)	M _w	kg	28.86	35.12	37.22	44.37
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	12.85	14.96	16.73	18.67
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.743	1.775	1.779	1.730



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.782
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.05

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004500-2018/DSO

SILVER GEO S.A.C.
 Grupo de Estudios
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.R. N° 234432

RUC: 20601685524
 [Fig. 03]



V. Ángel Fernández Guzmán N° 209114, 2da Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 121, 152 Chino, Huancayo
 Telf: 94242665 / 94242654
 Correo: ventas@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-01	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE:	TESIS:
Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMCROS DE LA CRUZ	EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

Medioid: Muestreo por el cliente	Profundidad: 1.50 m.	Altitud (Cota): 3.210,00 m.s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual	Napa freática: N.P.	Coordenadas UTM: 476451.70E, 9662112.40N
Identificación de muestra: Adición 5% de NaCl		

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	21.00 g	0.9%	99.1%
N° 20	0.85 mm	46.00 g	2.0%	97.9%
N° 40	0.43 mm	85.00 g	7.1%	92.9%
N° 60	0.25 mm	101.00 g	11.8%	88.4%
N° 100	0.15 mm	78.00 g	15.1%	84.9%
N° 200	0.08 mm	65.00 g	17.8%	82.1%
PASA		1854.50 g	100.0%	0.0%
		2259.00 g	100.0%	100%

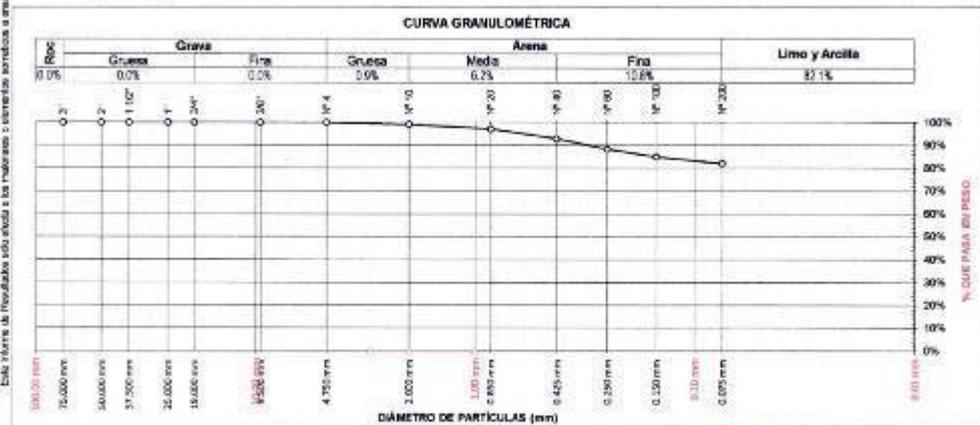
Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Requerido N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vazio	M _c	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{we}	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de especimen de suelo si húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 - Tamaño mínimo permitido & que pasa
 - Masa mínima requerida - especimen -

SUCS (ASTM D2487-17)	CL	AASHTO (ASTM D3282-15)	A-5 (U)
Arcilla de baja plasticidad con arena.			

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	17.503%
Fines	[φ < N° 200]	82.703%

D_{60}	D_{30}	D_{10}
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los decimales para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6026

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. BAYMEYRADO OLIVERA
 C.L.P. N° 204952

RUC: 20601685524
 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Agustín Fernández Ochoa N° 287 Int. 204 Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 132-151 Chila, Huancayo
 Telf: 26404688 / 25525594
 Correo: lab@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	17-06-21	M-03	Adición 1% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Identificación de muestra : Adición 1% de NaCl Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m. Coordenadas UTM : 476451.70E, 8662112.40N	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	No		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material Fino	---	ulg	6.50	7.40	8.10	11.00
(F) Altura arena	---	ulg	0.30	0.30	0.20	0.40
(G) Equivalente de arena	[E + F] × 100	%	3.5%	4.1%	2.5%	3.6%
(H) Promedio equivalente de arena	(A)	(%)	3.4%			

Este informe de resultados solo afecta a las mediciones o abstracciones presentadas en el mismo y no deberá reproducirse más que para fines de información por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Rly S.R.
Revisado: Rly. Johnny R. O.



SILVER GEO SAC
 Gerencia General
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimento

Ing. Civil **JOHNY R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204332

RUC: 20601685624
[Pag. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/O.S.O



Av. Angé Hernández Chávez N° 2828 P.O. Box 100, UTM
 Pje. Naranjo N° 137-33723 Ave. Huancayo
 Telf: 04522664 / 04522168
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	28-05-21	M-01	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

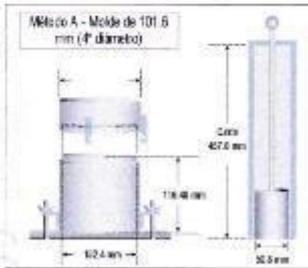
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestras por el cliente
 Profundidad: 1.50 m.
 Identificación muestra: Adición 5% de NaCl
 Símbolo del Suelo: CL
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.
 Altura (Cota): 3.210,00 m.a.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451,70E, 9862112,40N
 Ge: 2,67

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

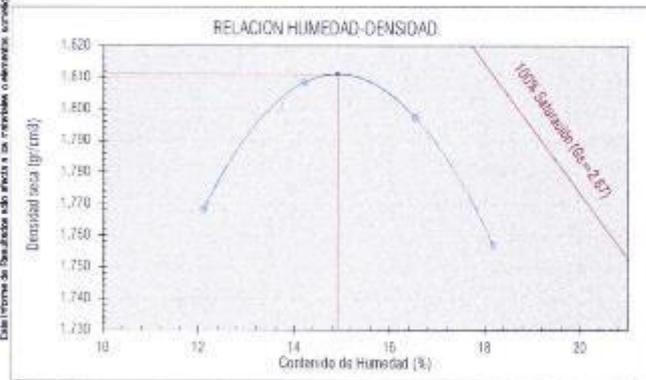
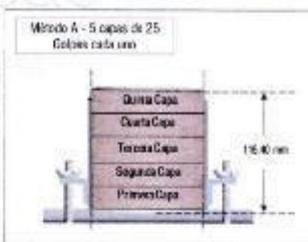
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Método		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5,00	5,00	5,00	5,00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25,00	25,00	25,00	25,00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{húmedo}	g	6990,00	6998,00	6995,00	6979,00
(B) Peso del Molde	M _{molde}	g	4142,00	4142,00	4142,00	4142,00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	g	2848,00	2856,00	2853,00	2837,00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	952,34	952,34	952,34	952,34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm ³	2,992	3,008	2,999	2,979



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Método	Humedad (%)				
		01	02	03	04	
Receptor N°	—	N° 25	N° 26	N° 27	N° 28	
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _c	g	81,12	82,37	82,48	83,37
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	g	363,06	324,11	314,68	337,75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	g	276,57	280,28	276,85	283,88
(D) Masa de Suelo Seco (D-A)	M _s	g	223,55	237,81	234,47	241,71
(E) Masa de Agua (B-C)	M _a	g	37,29	33,81	37,13	43,76
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	%	12,10	14,22	16,54	18,10
(G) Densidad Sólida	ρ _s	g/cm ³	1,798	1,836	1,787	1,757



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.811
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.91

OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Certificada Geotecnia
 Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. OLIVERA H.U.C. 208071686024
 C.T.P. N° 204052 [Pág. 03]



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2859 Int. 101, Urb. E. U. Lima
 P.O. Box N° 122 352 Oficina Huancayo
 Telef: 964246688 / 965252054
 Correo: silvergeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-01	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

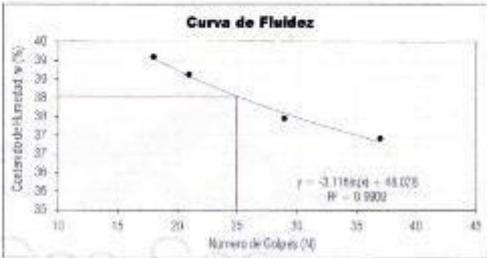
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestras por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Adición 5% de NaCl
 Profundidad: 1.50 m.
 Napa freática: N.P.
 Altitud (Cota): 3.210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476461.70E, 9862112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Método					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	10	21	29	37
Recipiente M ^o	---	---	M ^o 18	M ^o 15	M ^o 16	M ^o 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₀	g	21.78	22.18	22.28	22.68
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₀	g	47.61	46.74	46.75	46.31
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₁₀₀	g	40.35	41.34	41.02	41.40
(D) Masa de Suelo Seco (D-1)	M _s	g	18.57	17.16	19.04	18.72
(E) Masa of Water (D-2)	M _w	g	7.25	7.40	7.13	6.91
(F) Contenido de Humedad (100% SUC)	w	(%)	39.10	39.62	37.40	36.91



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Método					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente M ^o	---	---	M ^o 18	M ^o 16	M ^o 16	M ^o 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₀	g	23.14	23.64	23.54	23.35
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₀	g	33.12	33.95	33.45	33.95
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₁₀₀	g	31.26	32.07	31.60	31.93
(D) Masa de Suelo Seco (D-1)	M _s	g	5.12	6.43	6.08	6.55
(E) Masa of Water (D-2)	M _w	g	1.89	1.80	1.83	1.82
(F) Contenido de Humedad (100% SUC)	w	(%)	22.21	23.06	23.95	22.99

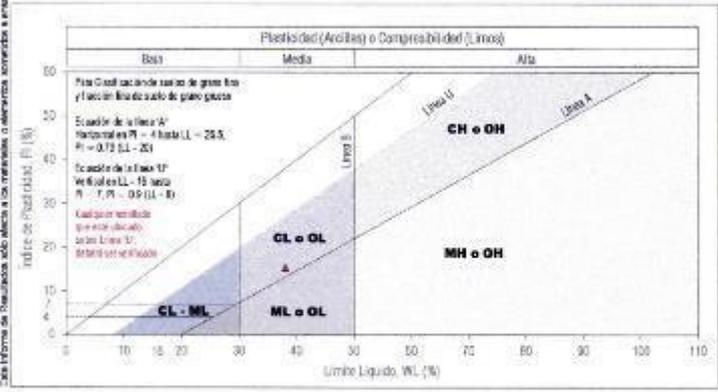
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w _L)	: 39.0%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 22.6%	Plasticity Index (PI)	: 15.4%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (1)

Arcilla de baja plasticidad con arena



Carta de Plasticidad elaborada según: Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Terzaghi, Denes 99. 3ª Edición

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601666524
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2018/DSO



Sr. Angel Hernandez (Calle) N° 2021 y/o 2022 Urb. El Sol, Lima
 Paje Mailes N° 127, 152 Chica, Huancayo
 Telef. 96424685 / 95550584
 Correo: silvergeo@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-01	Acción 0% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMCROS DE LA CRUZ	TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el cliente	Profundidad : 1.50 m.
Método de Muestreo : Excavación Manual	Napo frezadas : N.P.
Identificación de muestra : Acción 0% de NaCl	Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m. Coordenadas UTM : 476451.70E, 5662112.40N

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pu/g	10.30	10.20	10.70	10.20
(F) Altura arena	---	pu/g	0.40	0.40	0.40	0.20
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	3.9%	3.9%	3.7%	2.0%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	[%]	3.4%			

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

Ing. Civil Johnny R. BATMUNDO OLIVERA
 C.P. N° 264652

RUC: 20601685524
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585 2018/DSD



Av. Angel Peralta s/n. Calle N° 2369 Int. 134 Urb. C.B. Lima
 P.O. Box N° 122-152 Chilca (Lima)
 Telf: 94449989 / 95530984
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

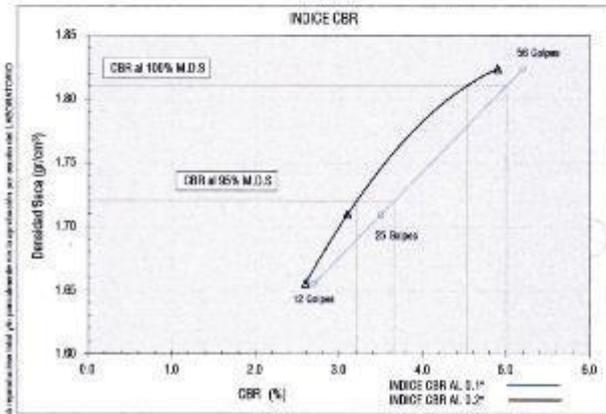
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	20-05-21	M-01	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACION DEL PROYECTO:
 UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS:
 ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota) : 3210.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición 5% de NaCl Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM : 478451.70E, 5882112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

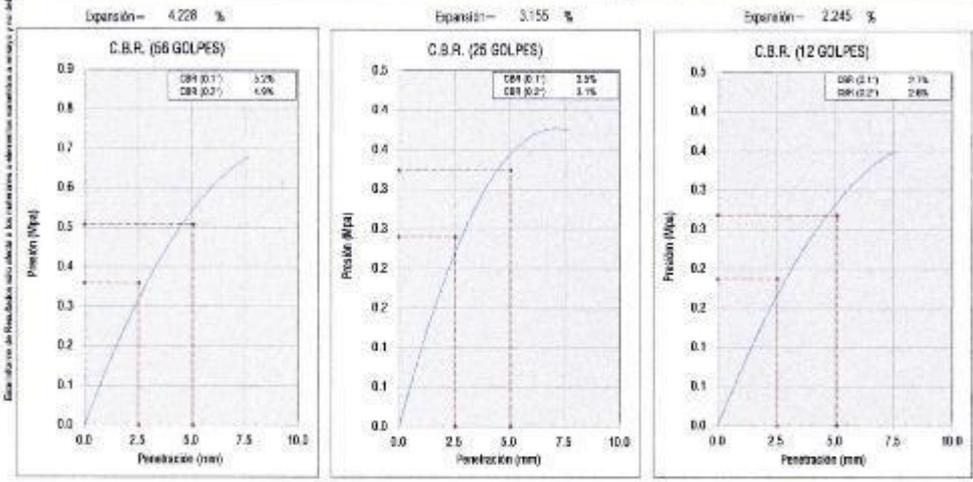


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1537
 Método de Compactación : Método A
 Mínima Densidad Seca (g/cm³) : 1.811
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.910
 95% Mínima Densidad Seca (g/cm³) : 1.721

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (56)	3.01
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (56)	3.66
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (25)	4.54
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (25)	3.71



OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Realización N° 004588-2018/05D

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Geotecnia y Perforación
 Ing. Civil Johnny R. RAMIRO OLIVERA 20601085524
 C.P. N° 204352 [Pág. 04]



Dr. Angel Hernandez Salazar N° 205914, 121 años, 18a. Lima
 Paje, Nules N° 121, 152 Chilo, Huancayo
 Telf: 964049883 / 55500084
 Correo: silvergeosacs@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA NICO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-02	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

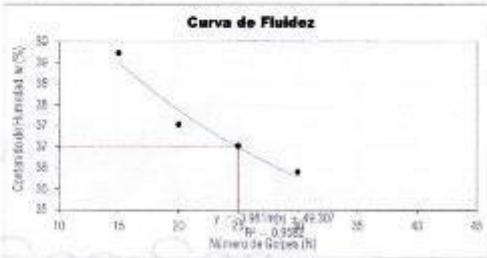
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestras por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Adición 5% de NaCl
 Profundidad: 1,50 m.
 Napo fresco: N.P.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro. de Golpes	Nro. de Gotas			
		01	02	03	04
Recipiente N°	---	N° 15	N° 20	N° 25	N° 30
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	32.12	32.52	32.92	33.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _h	45.29	46.39	46.40	45.90
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _s	38.80	39.54	40.12	39.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _d	10.68	17.02	17.20	16.88
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	6.49	6.45	6.28	6.09
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	36.73	37.93	36.51	35.95



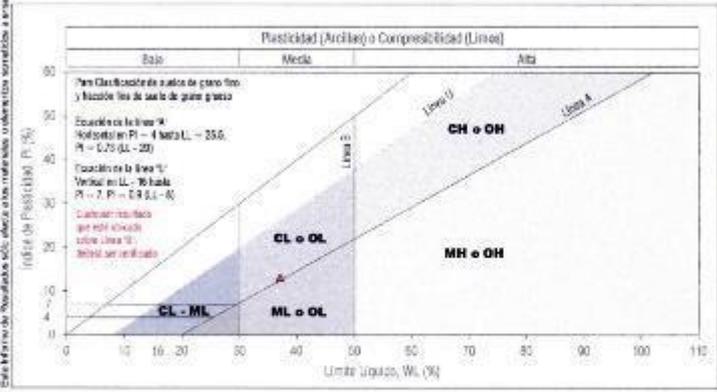
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro. de Golpes	Nro. de Gotas			
		01	02	03	04
Recipiente N°	---	N° 25	N° 29	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	21.75	22.23	22.15	21.96
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _h	35.45	37.26	35.76	37.16
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _s	33.60	34.41	33.94	34.27
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _d	11.85	12.19	11.79	12.31
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	2.85	2.85	2.94	2.89
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	34.03	29.44	24.99	23.72

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w_L): 37.0%
 Plastic Limit (PL, w_p): 21.8%
 Plasticity Index (PI): 15.2%

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17): CL
 AASHTO (ASTM D3282-15): A-5 (10)
 Arcilla de baja plasticidad con arena



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas marginosas de baja plasticidad
 - Limas marginosas de baja compresibilidad
 - Arcillas marginosas de media plasticidad
 - Limas marginosas de compresibilidad media y limas orgánicas
 - Arcillas marginosas de alta plasticidad
 - Limas marginosas de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea 'A': $w_p = 0.73 w_L - 0.002$

Carta de Plasticidad elaborada según: Figura 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das, 9th Edition, observaciones.

Realizado: Tco. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny P. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Gestión Certificada
 Laboratorio de Suelos, Cemento y Pavimento
 Ing. Celso R. RAYMUNDO OLIVERA
 CIP: N° 894352

RUC: 20601685624
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588 2018/MSD



J. Ángel Fernández Chávez N° 28819, 104 Urb. Hija, 14da Pz. Norte N° 122-103 Chilo, Huancayo
 Telef. 04446689 / 05555934
 Correo: silvergeo@sbs.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-05-21	M-02	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S A C.

ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S A C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Adición 5% de NaCl
 Profundidad: 1,50 m.
 Napo freática: N.P.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 478451.70E, 8982112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	15.00 g	0.8%	99.2%
-N° 20	0.85 mm	51.00 g	3.1%	96.9%
N° 40	0.43 mm	87.00 g	6.9%	93.1%
N° 60	0.25 mm	113.00 g	11.8%	88.2%
N° 100	0.15 mm	85.00 g	15.7%	84.3%
N° 200	0.08 mm	71.00 g	18.9%	81.1%
PASA		1951.00 g	100.0%	0.0%
		2281.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° (0)
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	10	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{uc}	10	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	10	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	10	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	10	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 - Tamaño máximo partícula % que pasa
 Masa mínima recomendada - especificar =

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (10)
 Arcilla de baja plasticidad con arena.

Resultados de la Granulometría

Grava [N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	18.90%
Fines [φ < N° 200]	81.10%

Coefficientes / Fines ≤ 12% (ASTM D2487-17)

D ₁₀ -	D ₃₀ -	D ₆₀ -
$Cu = D_{60} / D_{10}$		
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las técnicas para diámetros iguales, calivos y redondeos establecidos en la Práctica ASTM D6909.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia Geológica
 Laboratorio de Puentes, Carreteras y Pavimento
 Ing. Civil JOAQUÍN S. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204152
 RUC: 20501685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/DSD



Dr. Jorge Fernández Cordero N° 2081-01 104 Urb. Elia, Lima
 P.O. Box N° 123 15200-00 Huancayo
 Telf: 04346661 / 04346664
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

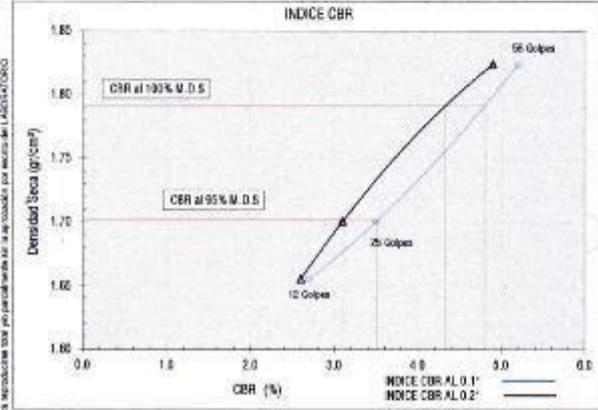
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. SUBSTRATO O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	29-06-21	M-02	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACION DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-18

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modelado: Muestreo con el cliente
 Profundidad: 1.00 m
 Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Adición 5% de NaCl
 Símbolo del Suelo: CL
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8682112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-18

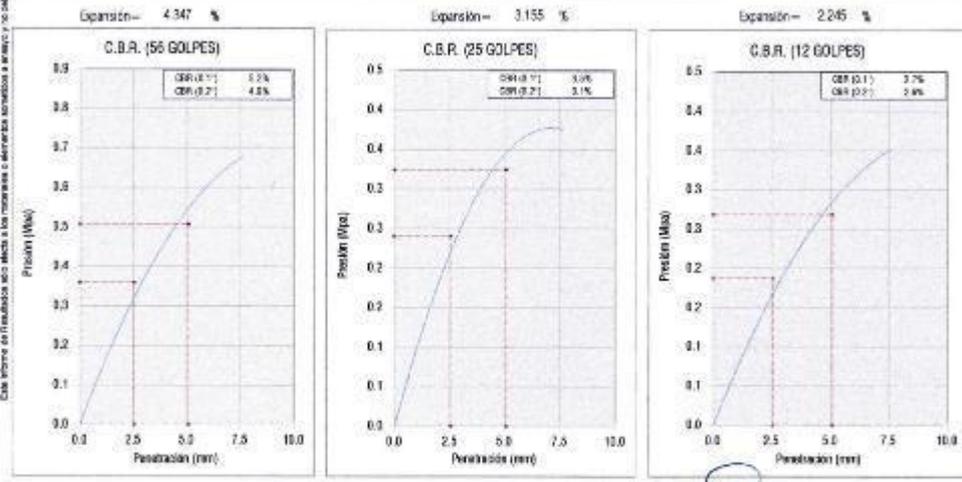


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.792
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.383
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.702

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	4.60
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	3.52
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	4.33
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	3.71



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny H. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Dirección General
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
 Ing. Civil **Roberto R. RAMUNDO OLIVERA** R.U.C.: 2080166524
 C.E.P. N° 204052 [Pág. 04]



Av. Agustín Fernández Gutiérrez N° 2020 P.O. Box 104 Urb. Elv. Lima
 P.O. Box N° 122-15121856, Huancayo
 Telef: 044046468 / 95552594
 Correo: lab@silvergeosacs.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCO. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-08-21	28-08-21	M-02	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TITULO: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBGRANTE

UBICACION DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.S.

UBICACION: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.S.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19

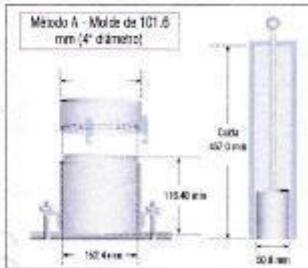
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Muestreo por el cliente

Modicidad: Muestreo por el cliente
Identificación muestra: Adición 5% de NaCl
Procedimiento Utilizado: Método A
Profundidad: 1.50 m
Símbolo del Suelo: CL
Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.
Altura (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
Coordenadas UTM: 476451.70E, 6952112.40N
Ge: 2.67

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

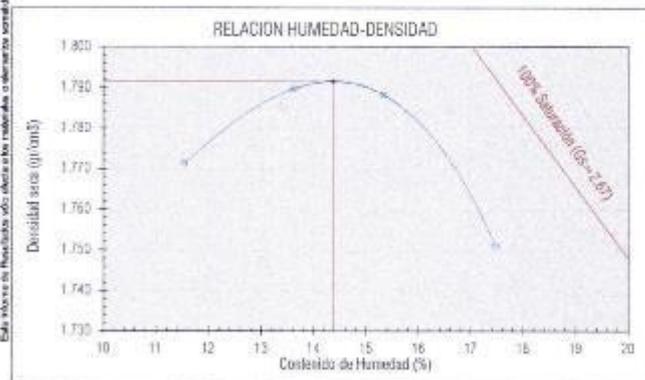
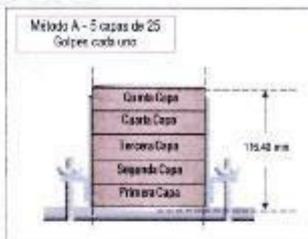
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Kit.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{hú}	kg	5984.00	6058.00	6065.00	6062.00
(B) Peso del Molde	M _{mol}	kg	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A-B)	M _h	kg	1842.00	1895.00	1893.00	1898.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda (C/D)	(C/D)	g/cm ³	1.976	2.034	2.032	2.037



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipientes N°	—	—	N° 78	N° 79	N° 80	N° 81
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	kg	53.65	54.94	55.07	55.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{hú}	kg	313.06	333.71	323.68	347.36
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{se}	kg	286.67	300.26	297.90	303.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	kg	233.02	245.38	232.94	248.10
(E) Masa de Agua (B-C)	M _a	kg	26.85	33.43	33.73	43.34
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	11.54	13.62	13.24	17.48
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.773	1.794	1.788	1.751



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Mínima Seca (g/cm³) : 1.750
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.38

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 064588-2015/DSD

SILVER GEO S.A.S.
 Geotecnia Científica
 Laboratorio de Suelos Geotécnicos y Perforación
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 294352
 RUC: 20601665524
 [Pág. 03]



Sr. Angel Hernández Olvera N° 2001941231 Urb. P. de Lima
 Paje, N° 1231-1537494, Huancayo
 Telf: 964046655 / 955505584
 Centro: @silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-03	Actión 5% de NaCl

SOLICITANTE:	TEMA:
Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	Modalidad : Muestra por el cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Identificación de muestra : Actión 5% de NaCl	Profundidad : 1.00 m. Mapeo topográfico : N.P.	Altitud (Cota) : 3.210.00 m.s.n.m. Coordenadas UTM : 475451.70E, 9652112.40N
--------------------------------------	---	---	---

Tamices ASTM E 11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	22.00 g	1.0%	99.0%
N° 20	0.85 mm	56.00 g	3.4%	96.6%
N° 40	0.43 mm	79.00 g	5.9%	94.1%
N° 60	0.25 mm	111.00 g	11.9%	88.1%
N° 100	0.15 mm	85.00 g	15.6%	84.4%
N° 200	0.08 mm	46.00 g	17.7%	82.3%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		2252.00 g	100.0%	100%

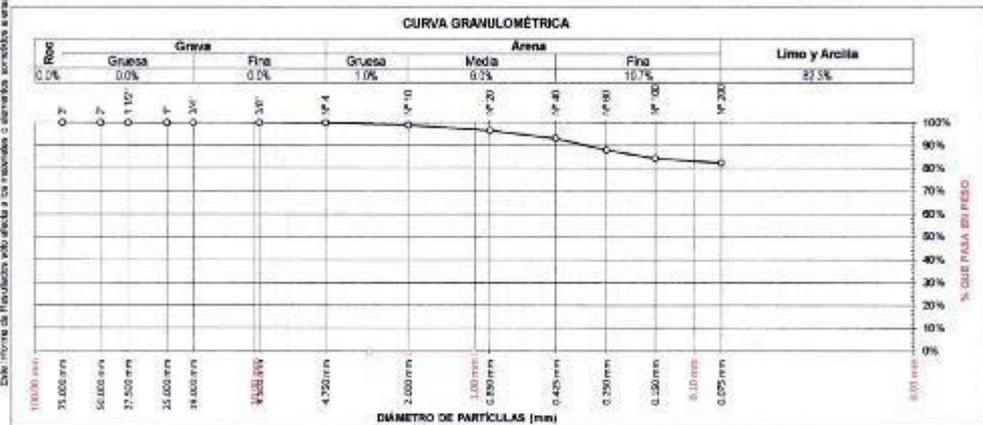
Variables	Unidad		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 20
(A) Peso de Contenedor Vazio	M _c	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₊₂	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M ₃₊₄	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Regístralo mínimo de espesor de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total.
 - Tamaño máximo partícula % que pasa
 Masa mínima recomendada - espesores -

SUCS (ASTM D2487-17) : CL	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (12)
Arcilla de baja plasticidad con arena.	

Grasa	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arenas	[N° 200 < φ < N° 4]	17.70%
Finos	[φ < N° 200]	82.30%

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán e indicaciones para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM 66026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Irc. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. ROYANNO OLIVERA
 C.I.P. N° 234352

RUC: 20501685524 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004985-2019/DSD



Av. Jorge Fernández Cuervo N° 2009 Int. 104 Urb. E.T.O. Lima
 P.O. Box N° 122 - 1507000, HUANCAYO
 Telf: 8400666 / 7650300
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA REALIZADO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-02	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el cliente	Profundidad : 1.50 m
Método de Muestreo : Excavación Manual	Napa freática : N.P.
Identificación de muestra : Adición 5% de NaCl	Altitud (Cota) : 3,210.00 m.s.n.m
	Coordenadas UTM : 478451.70E, 8962112.40N

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	No		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min + 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min + 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pu/g	11.00	10.70	10.20	11.50
(F) Altura arena	---	pu/g	0.35	0.40	0.90	0.40
(G) Equivalente de arena	[E + F] * 100	%	2.7%	3.7%	4.9%	3.0%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	3.7%			

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse bajo ningún parámetro en la condición por escrito del LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Gerencia General
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Pavimentos

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO SILVERA
 C.I.P. N° 204382

R.U.C. 2060165524
 [Pag. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/060



J. Ángel Fernández Quiroz N° 280114, 120 años, 796, 1994
 Pájo N.º 127 1521 C/lima - Huancayo
 Telf: 0434444 / 81620048
 Correo: silvergeo@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA FIN DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	28-06-21	M-03	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBGRANITE

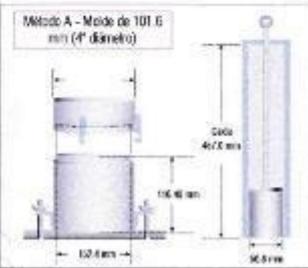
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12a1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Localidad: Huancayo por el cliente
 Identificación muestra: Adición 5% de NaCl
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.50 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenada UTM: 475451.70E, 5902112.40N
 Ga: 2.67

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12a1)

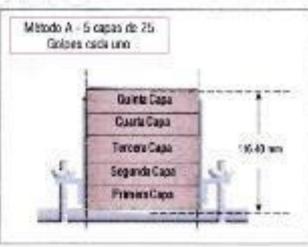
Compactación según ASTM D1557-12a1

Variable	No		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{hc}	g	5884.83	5857.00	6099.00	6083.00
(B) Peso del Molde	M _{mc}	g	4142.30	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	g	1842.53	1815.00	1957.00	1941.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm ³	1.975	2.054	2.099	2.082



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	No		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 17	N° 18	N° 19
(A) Masa de Contenedor Vaco	M ₁	g	54.78	55.03	55.14	55.93
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	g	333.45	352.60	343.57	367.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	g	300.45	318.74	302.14	318.63
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	g	246.67	262.71	246.99	262.70
(E) Masa de Agua (B-C)	M ₅	g	33.00	35.86	41.43	44.62
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	13.38	14.14	16.84	19.58
(G) Densidad Seca	---	g/cm ³	1.783	1.820	1.796	1.750



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.806
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.40

Observaciones:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. Q.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2019-DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia Geotécnica
 Laboratorio de Suelos Geotécnicos y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.A.B. N° 244552
 RUC: 20001685524 [Pag. 03]



Jr. Angel Fernandez Quiroz N° 2009 Int. 124 Urb. Dto. Lima
 Pje. Nules N° 120-15-2 Urban. Huancayo
 Setel Industrial / 010000044
 Correo: silvergeo@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-03	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESES: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

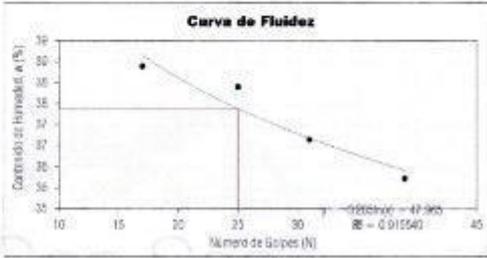
UBICACION DEL PROYECTO: UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEQ S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACION SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación Manual
 Identificación de muestra : Adición 5% de NaCl
 Profundidad : 1,50 m.
 Heps frescos : N.P.
 Altitud (Cota) : 3,210.00 m a.s.n.m.
 Coordenadas UTM : 476451.70E, 8062112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	N	Unidad	N°			
			01	02	03	04
Número de Golpes	---	---	17	25	31	39
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 25	N° 31	N° 39
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	21.73	22.18	22.58	22.68
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{us}	(g)	41.23	42.41	42.42	41.06
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	35.87	36.55	37.10	36.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	14.09	14.87	14.52	14.22
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	5.41	5.26	5.32	5.09
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	38.40	37.99	36.54	35.72



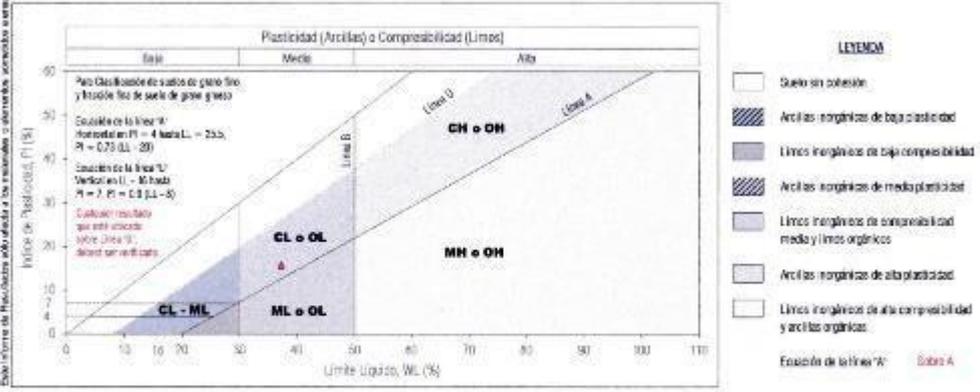
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	N	Unidad	N°			
			01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 74	N° 75	N° 76	N° 77
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.75	23.25	23.15	22.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{us}	(g)	34.15	34.28	34.48	34.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{ss}	(g)	32.10	32.03	32.45	32.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	9.35	8.66	9.31	9.83
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	2.05	2.03	2.02	2.10
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	21.93	23.37	21.70	21.38

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

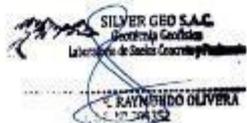
Liquid Limit (LL, w _L) : 27.2%	Plastic Limit (PL, w _p) : 21.5%	Plasticity Index (PI) : 5.7%
--	---	------------------------------

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL ; AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (2)
 Arcilla de baja plasticidad con arena.



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Msc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685624
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/MSD



J. Ángel Fernández Guillón N° 2829 s.d. 12M s.d.b. Pisco, Lima
 Pje. N° 123-1527466, Huancayo
 Telf: 964046666 / 96550284
 Correo: silvergeosacs@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA PAGO ENSAYO	CCD, MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	27-06-21	M-03	Adición 5% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: CHILCA
DISTRITO: HUANCAYO
PROVINCIA: JUNÍN
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Profundidad: 1.50 m.
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Napa treatada: N.P.
 Altitud (Cota): 3.210.00 m.s.n.m.
 Identificación de muestra: Adición 5% de NaCl
 Coordenadas UTM: 478451.70E, 8652112.40N

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a.m.	02:30 p.m.	02:32 p.m.	02:34 p.m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a.m.	02:40 p.m.	02:42 p.m.	02:44 p.m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a.m.	02:41 p.m.	02:43 p.m.	02:45 p.m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a.m.	03:01 p.m.	03:03 p.m.	03:05 p.m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	0.70	0.50	0.10	0.70
(F) Altura arena	---	pulg	0.30	0.40	0.50	0.40
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	3.6%	4.2%	5.0%	4.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	4.2%			

Este informe de los datos obtenidos en las medicaciones y ensayos, constituye un elemento de información para el cliente y no debe ser reproducido sin el consentimiento del LABORATORIO.

OBSERVACIONES:

Elaborado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. RAYMONDO OLIVERA
 RUC: 20921685524
 [Pag. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 280916, 2da. Urb. C.O. Lima
 Pda. Miraflores N° 130-153 Chicla, Huancayo
 Telf: 86404668 / 85525284
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	29-06-21	M-03	Añición 5% de NaCl

SOLICITANTE:

Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS:

EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

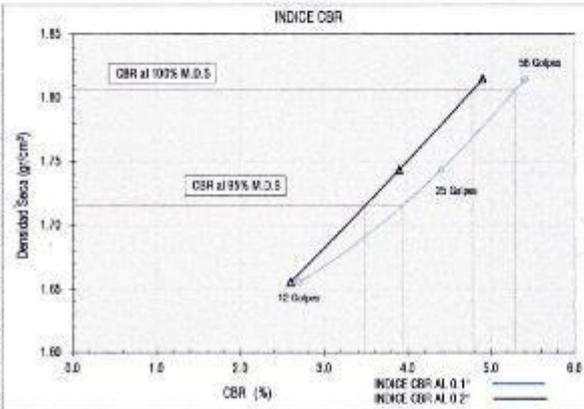
ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1683-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Mobilidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 3.210.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Añición 5% de NaCl Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: 478451.70E, 9882112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1683-16

Este informe se fundamenta solo en los resultados de ensayos realizados y no garantiza la exactitud de los datos presentados. Silver Geo S.A.C. no se responsabiliza por los errores de interpretación de los datos presentados.

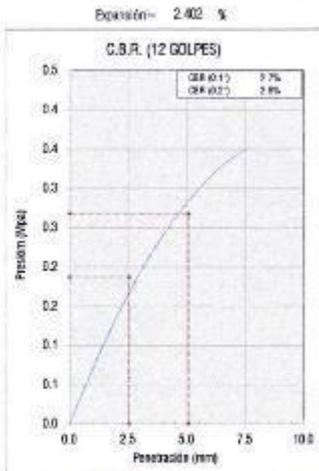
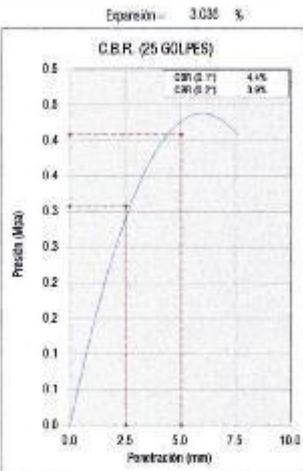
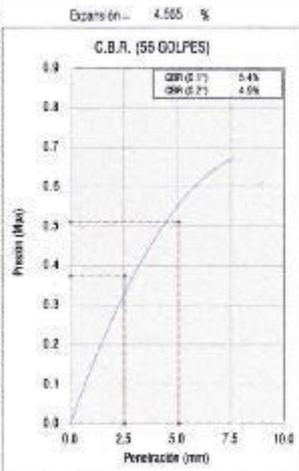


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.806
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.397
 95% Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.716

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	5.29
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	3.94
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	4.78
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	3.49



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Pavimentos

Ing. Ciro Johnny R. RAYMONDO OLIVERA I.D. 20601685524
 C.I.P. N° 304462 [Fig. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/OIGD



In: Angel Fernandez Quiroz N° 1800 m. 104 Urb. D. de. Lima
 Pq. N° 122 2da. Calle, Huancayo
 Telef. 842 9668 / 95629444
 Correo: silvergeo@comcast.net

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCO. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-01	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACION DEL PROYECTO:

UBICACION: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACION SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

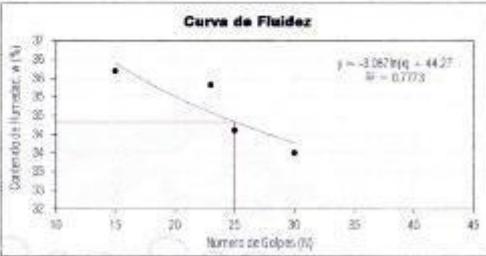
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente
Profundidad: 1.50 m
Altud (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual
Nave teórica: N.P.
Coordenadas UTM: 476451.70E, 8062112.40N
Identificación de muestra: Adición 10% de NaCl

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Var.	Unidad	Nº			
			01	02	03	04
Numero de Golpes	M	Golpes	15	25	25	32
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 32	N° 32	N° 32
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	g	22.14	22.04	22.04	23.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	g	46.85	47.58	47.99	47.55
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	g	40.35	41.34	41.62	41.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-N)	M _s	g	18.21	18.80	18.68	18.38
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	g	6.50	6.54	6.37	6.13
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	35.62	35.32	34.10	33.50



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Var.	Unidad	Nº			
			01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	g	21.15	21.85	21.50	21.30
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu}	g	33.82	34.65	34.15	34.55
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	g	31.44	32.27	31.80	32.13
(D) Masa de Suelo Seco (C-N)	M _s	g	10.29	10.69	10.28	10.77
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	g	2.38	2.36	2.33	2.43
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	23.13	22.22	22.80	22.50

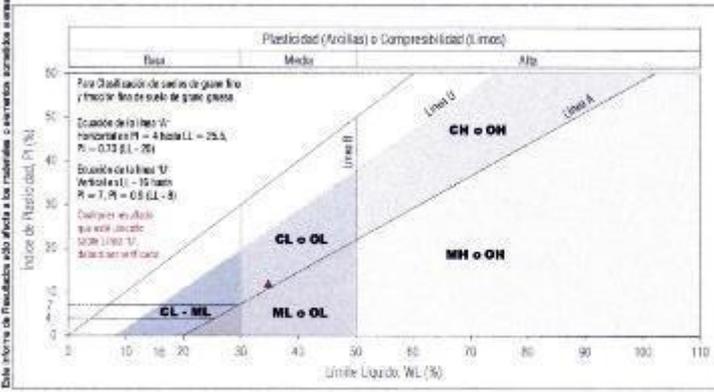
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w _L)	Plastic Limit (PL, w _p)	Plasticity Index (PI)
: 34.7%	: 22.7%	: 12.0%

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-3 (P)

Arcilla de baja plasticidad con arena.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Equación de la línea W : Sober A

Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Ing. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D62



J. Angel Fernández Guerra N° 28914, 2da Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 127, 152 Calle Huancayo
 Telf: 94424667 / 94424694
 Correo: info@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-01	Añición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Muestra: Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Añición 10% de NaCl
 Profundidad: 1.50 m
 Napa freática: N.P.
 Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8662112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	91.00 g	3.9%	96.1%
N° 20	0.85 mm	105.00 g	8.4%	91.6%
N° 40	0.425 mm	95.00 g	12.4%	87.6%
N° 60	0.25 mm	75.00 g	15.7%	84.3%
N° 100	0.15 mm	71.00 g	18.7%	81.3%
N° 200	0.08 mm	34.00 g	20.2%	79.8%
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%
		2323.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Hro		Muestra
	Var.	Unidad	
Respiente H ₁			N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M ₁	g	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₊₂	g	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M ₂₊₃	g	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M ₃	g	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M ₂	g	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	W	(%)	--

Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 - Tamaño máximo partícula & que pasa
 - Masa mínima recomendada - especímen

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (P)
 Arcilla de baja plasticidad con arena.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	20.20%
Finos	[φ < N° 200]	79.80%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6913.

OBSERVACIONES:
 Realizado: Tsc. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. G.
 SILVER GEO S.A.C. Ingeniería Geotécnica Laboratorio de Suelos Geotecnia y Pavimentos
 Civil Johnny R. G. JONNY OLIVERA C.P. N° 204152 RJC: 20601685624 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Av. Angel Paredón Quispe 47 200 m. 104 Urb. Elv. Lima
 Ego. Suiza N° 123-152 Ormaiztegui, Huancayo
 Telf: 56454688 / 95590594
 Correo: lab@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

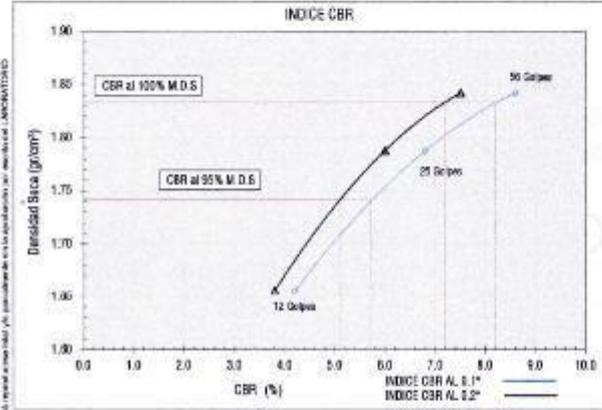
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRAS O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	09-07-21	M-01	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	TESIS: EVALUACION DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACION DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
--	---

UBICACION DEL PROYECTO: UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16
--	--

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el cliente Identificación muestra: Adición 10% de NaCl	Profundidad: 1.50 m. Símbolo del Suelo: CL Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena	Altura (Cota): 3,210.00 m s.n.m. Coordenadas UTM : 478451.70E, 8662112.40N
---	---	---

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

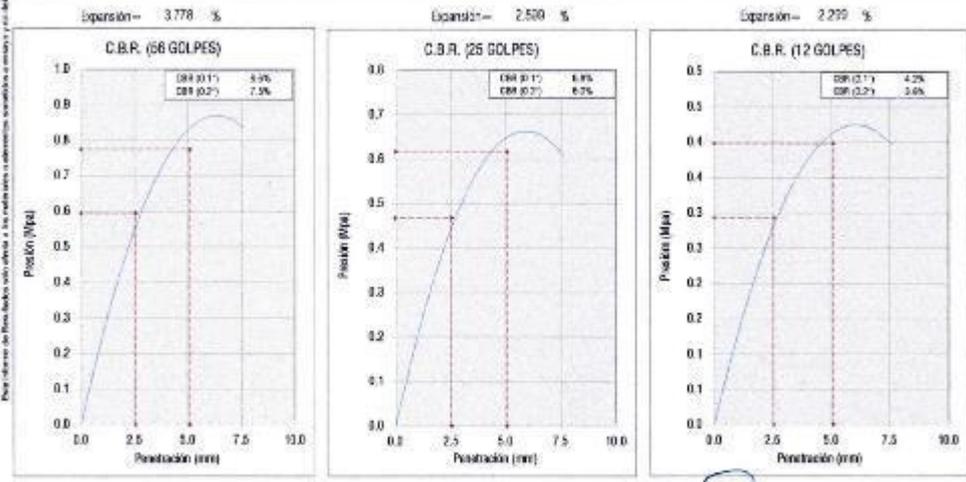


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Mallas 4
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.833
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.395
 95% Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.741

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (60)	8.22
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (60)	5.73
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (60)	7.19
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (60)	5.10



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Rly S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPi con Resolución N° 004508-2019/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Soporte Caliente y Permeabilidad

Ing. Civil Johnny R. OLMEDO OLIVERA
 C.I.P. N° 284352

FLIC: 20601585624
 [Pag. 04]



Av. Jorge Fernández Quiroz N° 2004-M, 104 Urb. Elba, Lima
 P.O. Box N° 120, 15200 Mos. Huancayo
 Telf: 96466666 / 96455544
 Correo: info@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	08-07-21	M-01	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

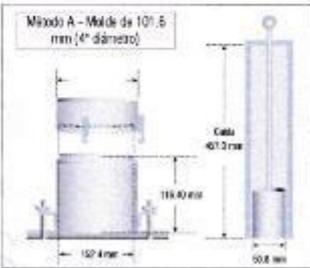
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Adición 10% de NaCl
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1.00 m.
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM: 478451.70E, 8882112.40N
 Ge: 2.67

Compacción de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

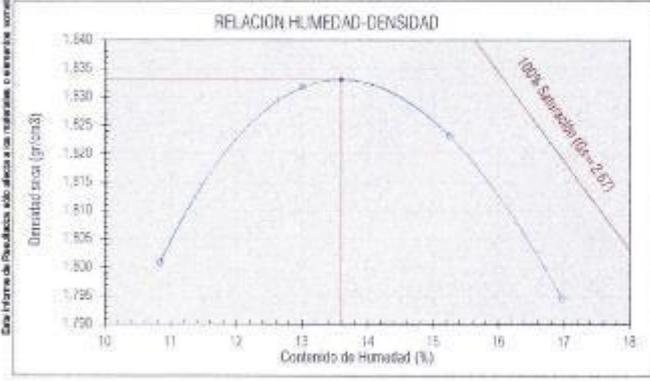
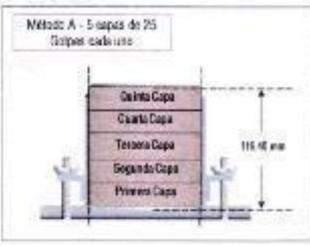
Compacción según ASTM D1557-12e1

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa de Suelo húmedo & Molde	M_{wet}	g	9303.00	5072.00	6101.00	6069.00
(B) Peso del Molde	M_{mol}	g	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo húmedo Compactado (A - B)		g	5161.00	930.00	1959.00	1927.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad húmeda (C / D)		g/cm ³	5.54	1.00	2.10	2.08



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°			N° 25	N° 26	N° 27	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacio	M_c	g	49.85	51.10	51.21	52.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M_{wet}	g	301.25	321.40	311.37	335.05
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M_{dry}	g	276.67	290.26	276.26	293.46
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M_s	g	226.82	239.16	225.05	241.46
(E) Masa of Water (B-C)	M_w	g	24.58	31.17	34.42	41.07
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	10.84	13.01	15.25	16.97
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.801	1.832	1.823	1.754



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.532
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.60

CONSIDERACIONES:
 Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Johnny R. OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 RUC: 20001666524
 [Pág. 03]



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2059 es. 104 av. Elba Urrutia
 P.O. Box N° 123-1520000, Huancayo
 Telf: 96409668 / 96500094
 Correo: silvergeo@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CDI MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-02	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

TEXTO: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACION DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Adición 10% de NaCl
 Profundidad: 1.50 m
 Napa froto: N.P.
 Altitud (Cota): 3 210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: 478451.70E, 8962112.40N

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17					Contenido de Humedad según ASTM D2216-19			
Tamizos ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Variables	No		Muestra
						Var.	Unidad	
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	Recipiente N°	---	---	N° 00
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(A) Peso de Contenedor vacío	M _c	g	0.00
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₁₀₀	g	0.00
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M ₁₀₀	g	0.00
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(D) Peso de Suelo Seco (D-1)	M _s	g	0.00
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	g	0.00
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	(F) Cambio de Humedad (100% - W)	w	(%)	---
N° 10	2.00 mm	74.00 g	3.2%	96.8%	Requisito mínimo de espesores de material húmedo reflejado como representativo de la muestra total			- Tamaño máximo partícula % que pasa Masa mínima recomendada - espesores -
N° 20	0.85 mm	113.00 g	8.1%	91.9%	Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (6) <i>Arilla de baja plasticidad con arena.</i>			
N° 40	0.43 mm	100.00 g	12.4%	87.6%				
N° 60	0.25 mm	73.00 g	15.0%	84.4%				
N° 100	0.15 mm	65.00 g	18.4%	81.6%				
N° 200	0.08 mm	27.00 g	19.6%	80.4%				
PASA		1854.00 g	100.0%	0.0%				
		2306.00 g	100.0%	100%				

Resultados de la Granulometría			Coeficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)		
Grava	N° 4 < φ < 3"	0.00%	D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀
Arena	N° 200 < φ < N° 4	19.60%	$C_u = D_{60} / D_{10}$		
Finos	φ < N° 200	80.40%	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustan a las rectas para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6926.

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Pety S.R.
 Revisado: Ing. Willy R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Servicio Geotécnico
 Laboratorio de Muestreo, Geotecnia y Pavimentos
 Ing. Willy R. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 281852
 RUC: 20601685524 [Pag. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2015/DSD



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 108 Urb. P. de. Lima
 Pje. Rufino N° 122-152 Urban. Huancayo
 Telef. 94446688 / 95555254
 Correo: silvergeo@terra.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA MAGO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-05-21	07-07-21	M-01	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE:	TEMA:
SR. MARCO HIPOLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGUN NORMA ASTM D2419
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Identificación de muestra : Adición 10% de NaCl	Profundidad : 1,50 m. Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m. Coordenadas UTM : 476451,70E, 8662112,40N

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGUN NORMA ASTM D2419

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO.

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Recipiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:52 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min ± 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	03:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min ± 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10,00	10,20	10,70	10,30
(F) Altura arena	---	pulg	0,50	0,50	0,50	0,50
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	5,0%	4,9%	5,0%	5,8%
(H) Promedio equivalente de arena	[A]	[%]	5,3%			

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.



Ing. C. E. J. J. J. **RODRIGO OLIVERA**
 C.I.P. N° 204152

RUC: 20601685524
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2019/DSD



Av. Angel Hernández Quiroz N° 2029 es. 104 sur. P.O. Box 1194
 P.O. Box N° 113 100 Chila, Huancayo
 Telf: 0184444111/11111111
 Correo: silvergeo@hotmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	06-07-21	M-02	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

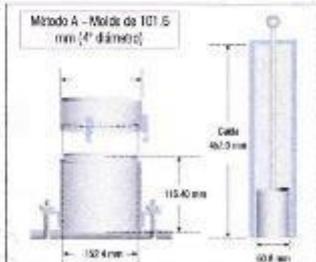
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
UBICACIÓN: CHILCA
DISTRITO: HUANCAYO
PROVINCIA: JUNÍN
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12a1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-18

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Adición 10% de NaCl
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Profundidad: 1,50 m
 Símbolo del Suelo: CL
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Altura (Cota): 3,210,00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: 470451,70E, 8592112,40N
 Esc: 2:07

Compacción de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12a1)

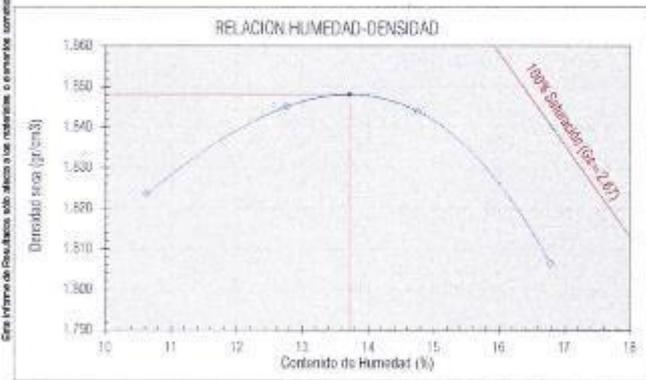
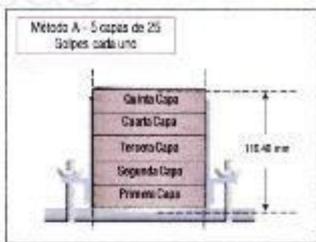
Compacción según ASTM D1557-12a1

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M_{moj}	kg	8029.00	6982.00	6115.00	6109.00
(B) Peso del Molde	M_{mol}	kg	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	kg	3887.00	2840.00	1973.00	1967.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm ³	2.018	2.001	2.116	2.110



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Relaciones N°	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M_c	kg	51.26	52.01	52.62	53.41
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M_{moj}	kg	302.78	322.93	312.90	336.98
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M_{seco}	kg	270.81	292.31	279.42	295.88
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M_s	kg	219.55	240.30	226.80	242.47
(E) Masa of Water (B-C)	M_w	kg	34.17	30.62	35.46	40.70
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	%	10.62	12.77	14.78	15.73
(G) Densidad Seca		g/cm ³	1.824	1.845	1.944	1.907



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.648
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.72

CONCLUSIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 00556-2018/CD

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimentos
 Ing. **Chiribay R. RAYMONDO OLIVERA**
 CUP. N° 201332
 RUC: 2050169524 [Pág. 03]



J. Angel Encarnación Gálvez N° 20014, 156 años, P.B.A., Lima
 Paje, N° 123-1521 NMS, Huancayo
 Telef: 046449849 / 705502584
 Correo: silvergeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-02	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CICLADO DE SOCO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

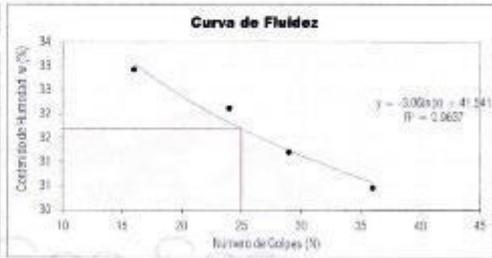
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S A C
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S A C
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN
ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17*
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo: Excavación Manual
 Identificación de muestra: Adición 10% de NaCl
 Profundidad: 1.50 m.
 Mapa frozido: N.P.
 Altitud (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM: 476451.70E 9662112.40N

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nº					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	19	24	29	36
Resistencia W	---	---	N° 15	N° 35	N° 30	N° 37
(A) Masa de Contenedor Vaco	M _c	(g)	23.78	23.18	23.59	23.68
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	44.14	45.27	45.28	44.84
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	38.05	38.90	40.12	39.80
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	15.07	16.72	16.54	16.22
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	6.23	6.57	5.16	4.94
(F) Contenido de Humedad (100% E/C)	w	(%)	32.32	32.12	31.30	30.48



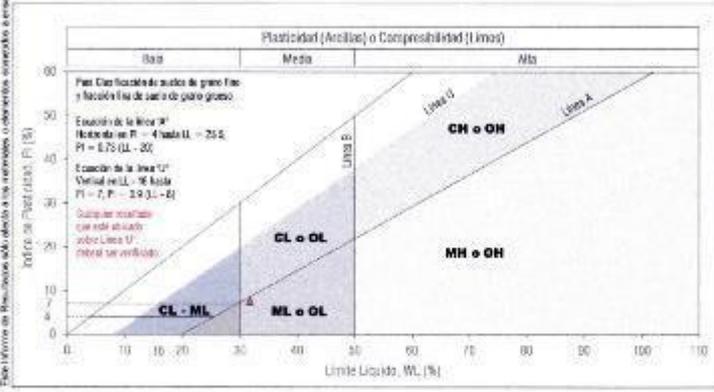
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nº					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Resistencia W	---	---	N° 17	N° 19	N° 19	N° 20
(A) Masa de Contenedor Vaco	M _c	(g)	23.57	24.07	23.57	23.73
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{húmedo}	(g)	37.85	38.66	38.18	38.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{seco}	(g)	35.05	35.88	35.41	35.74
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	11.48	11.81	11.84	11.95
(E) Masa de Agua (B-C)	M _w	(g)	2.83	2.78	2.77	2.76
(F) Contenido de Humedad (100% E/C)	w	(%)	24.59	23.54	24.21	23.83

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17)*

Liquid Limit (LL, w_L): 31.7%
 Plastic Limit (PL, w_p): 24.0%
 Plasticity Index (PI): 7.7%

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17): CL
 AASHTO (ASTM D3282-15): A-3 (6)
 Arcilla de baja plasticidad con arena



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
 - Ecuación de la línea 'A'
 - Línea A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Baja M. Das 9th. Esc. en construcciones.

Realizado: Tec. Pety S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 2080168524
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2015/DSD



S. Agui Incahuasi Surco N° 2029-91 104 Urb. Elia 18ra
 Paje, Moquechuza N° 127 1825 Urb. Huancayo
 Telf: 84546041, 84546042
 Correo: lab@silvergeosacs.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

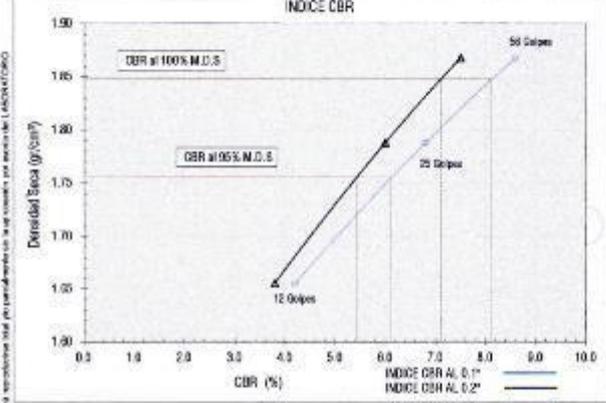
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	09-07-21	M-02	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: T888:
 Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
UBICACIÓN DEL PROYECTO: ENSAYOS REALIZADOS:
 EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modelo: Muestreo por el cliente
 Profundidad: 1.50 m
 Altitud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Adición 10% de NaCl
 Símbolo del Suelo: CL
 Coordenadas UTM: 476451 70E, 8062112 40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1863-16

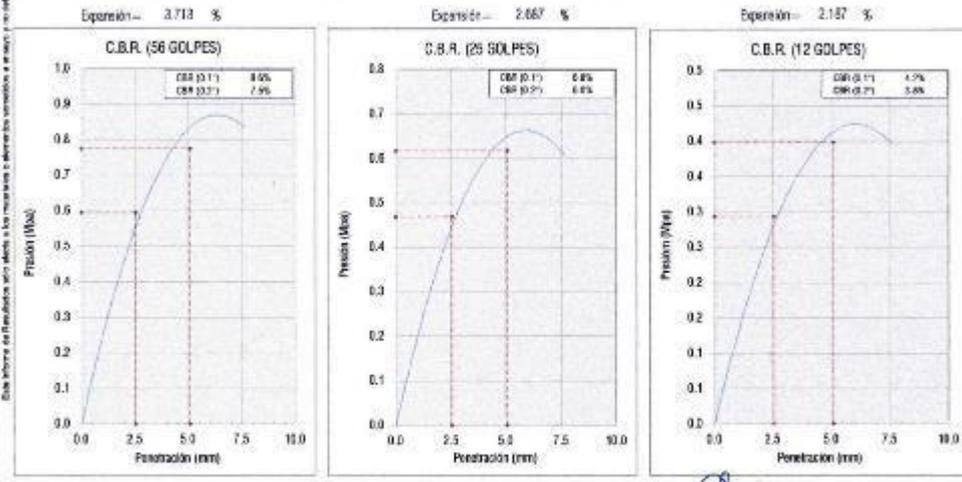


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.848
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.723
 95% Máxima Densidad Seca (Grcm³) : 1.756

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (76)	6.13
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (76)	6.13
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2" (76)	7.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2" (76)	5.43



OBSERVACIONES:

Realizado: Tsc. Ray S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2016/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Geotécnica Geotecnia
 Laboratorio de Pruebas Geotécnicas y Pavimentación

Ing. Civil **Johnny R. RAYUNDO OLIVERA** R.U.C: 2090188524
 C.I.F. N° 2664352 [Pág. 04]



Av. Angé Fernández Quiroz N° 2803 Int. 104 Urb. Dico Lima
 P.O. Box N° 122701 Urb. Huancayo
 Telf: 94534884 / 94534884
 Correo: labgeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	DDO. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-03	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

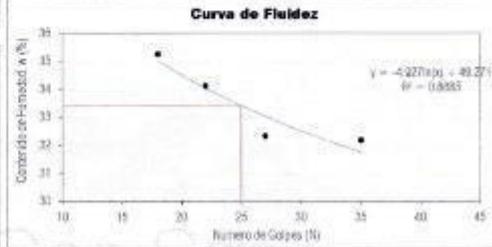
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17¹⁾
 CLASIFICACIÓN SEGUN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Modalidad: Muestreo por el cliente
Profundidad: 1.50 m
Altud (Cota): 3,210.00 m s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual
Napa freática: N.P.
Coordenadas UTM: 476451.70E, 8682112.40N
Identificación de muestra: Adición 10% de NaCl

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹⁾)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Número de Golpes	N	Golpes	18	22	27	30
Resistencia N°	---	---	N° 18	N° 25	N° 30	N° 37
(A) Masa de Contenedor Vacio	M ₁	(g)	23.78	23.18	23.58	23.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	(g)	41.80	45.27	45.28	44.84
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	(g)	37.14	39.63	39.58	39.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	(g)	13.96	16.47	16.40	16.62
(E) Masa of Water (B-C)	M ₅	(g)	4.71	5.62	5.30	5.15
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	35.25	34.12	32.32	30.77



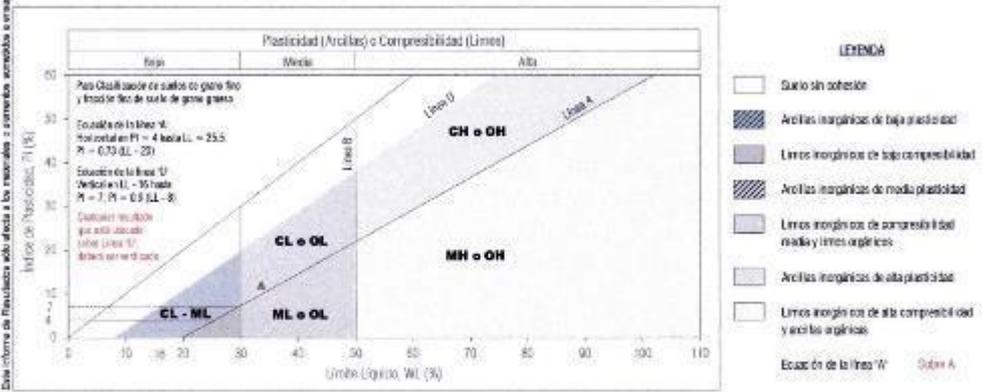
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Resistencia N°	---	---	N° 38	N° 19	N° 20	N° 27
(A) Masa de Contenedor Vacio	M ₁	(g)	24.85	23.78	21.78	22.66
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M ₂	(g)	37.85	38.66	38.18	38.59
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M ₃	(g)	32.35	35.08	35.41	35.78
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₄	(g)	10.70	12.30	13.63	13.82
(E) Masa of Water (B-C)	M ₅	(g)	2.55	2.68	2.77	2.81
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.90	21.97	20.37	21.97

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹⁾)

Liquid Limit (LL _{w_L})	: 33.5%	Plastic Limit (PL _{w_p})	: 21.4%	Plasticity Index (PI)	: 12.1%
---	---------	--	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL
 AASHTO (ASTM D3282-15) : A-5 (S)
 Arcilla de baja plasticidad con arena



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Realizado: Jec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Jimmy R. O.



RUC: 20001065524
 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004508-2016/DSD



In: Ángel Fernández Quiroz N° 2309 (m. 124) v. 110, L. 1ma
 Pje. Nules N° 132-123 Chilo, Huancayo
 Telf: 86431668 / 55323234
 Correo: silvergeo@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-03	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: **SI, MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ** TESIS:

EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENSAYOS REALIZADOS:**

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGUN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA ASTM D2215-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m. Altitud (Cota) : 3210.00 m.s.n.m.
 Método de Muestreo : Excavación Manual Nape frotozo : N.P. Coordenadas UTM : 476451.70E, 8962112.40N
 Identificación de muestra : Adición 10% de NaCl

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 10	2.00 mm	81.00 g	3.5%	96.5%
N° 20	0.85 mm	121.00 g	5.7%	94.3%
N° 40	0.43 mm	115.00 g	13.5%	86.5%
N° 60	0.25 mm	81.00 g	17.0%	83.0%
N° 100	0.15 mm	54.00 g	19.3%	80.7%
N° 200	0.08 mm	26.00 g	20.4%	79.6%
PASA		1864.20 g	100.0%	0.0%
		2320.00 g		

Contenido de Humedad según ASTM D2215-19

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacio	M _c	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{hc}	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-G)	M _s	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	---

Replicas mínimas de espesores de suelo al hómneo seleccionado como representativo de la muestra total - Tamaño mínimo partícula % que pasa: Masa mínima recomendada: especimen -

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D1182-15) : A-3 (B)
 Arcilla de baja plasticidad con arena.

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	0.00%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	20.40%
Finos	[φ < N° 200]	79.60%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

D_{10}	D_{30}	D_{60}
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustan a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6626

OBSERVACIONES:
 Realizado: **Tec. Ray S.R.**
 Revisado: **Ing. Johnny R. O.**

SILVER GEO S.A.C.
 Ingeniería Geotécnica
 Laboratorio de Ensayos Geotécnicos y Perforación
 Ing. Civil **Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA** RUC: 20801686524
 C.P. N° 2080352 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004586-2018/DSD



H. Ángel Fernández Quiroz N° 2829 int. 204 Urb. 280, Urb. H
 Hija, Huancayo N° 133-503 Oficina, Huancayo
 Telef: 944266668 / 944266669
 Correo: silvergeo@netcom.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA RECIBO ENSAYO	COD. MUESTRAS O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	09-07-21	M-03	Añición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ

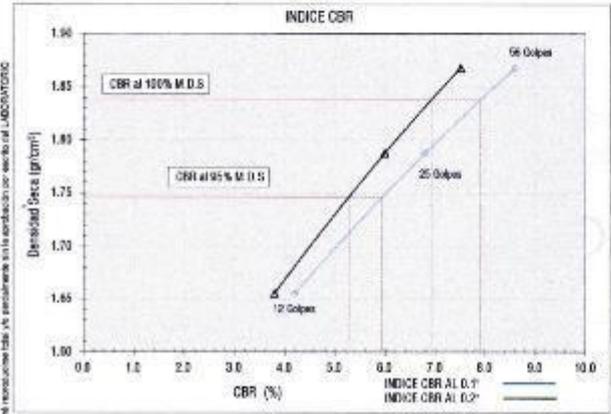
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBGRANTE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGUN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestras por el cliente
 Profundidad: 1.50 m
 Altura (Cota): 3.210.00 m s.n.m.
 Identificación muestra: Añición 10% de NaCl
 Símbolo del Suelo: CL
 Coordenadas UTM: 476451 TDE, 9802112.40N
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

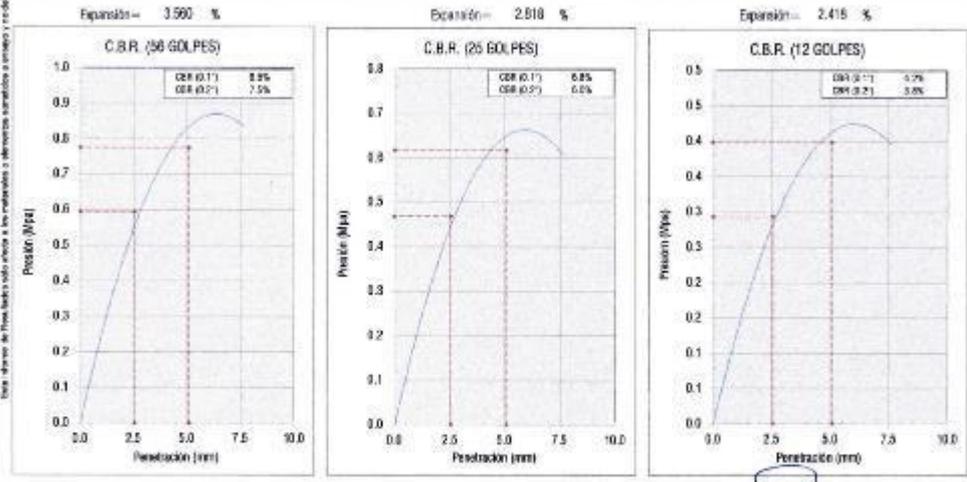


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método A
 Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.839
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.448
 95% Mínima Densidad Seca (G/cm³) : 1.747

Resultados Ensayos CBR

CBR AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 7.91
CBR AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	: 5.94
CBR AL 100% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 6.93
CBR AL 95% DE M.D.S. 0.2" (%)	: 5.28



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Organización Certificada
 Laboratorio de Pruebas de Suelos y Pavimentos

Ing. Civil **Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA**: 20601685524
 C.I.P. N° 204352 [Fig. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DGDI



Av. Argentina 1000 Casap N° 2060101, 137 U.D. 116, LINA
 P.O. Box N° 121 132 CHILCA, HUANCAYO
 Telf: 4130968 / 4130967
 Correo: jraymond@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICADOR DE MUESTRA
01-06-21	03-07-21	M-03	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ
TEMA: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE

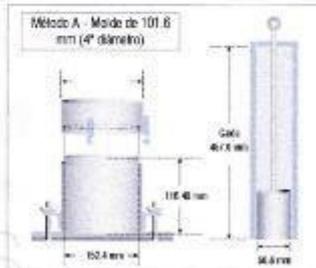
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN
ENSAYOS REALIZADOS: PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Profundidad: 1.50 m
 Altitud (Cota): 3,210.00 m.s.n.m.
 Identificación muestra: Adición 10% de NaCl
 Símbolo del Suelo: CL
 Coordenadas UTM: 476451.70E, 8062112.40N
 Procedimiento Utilizado: Método A
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena
 Qr: 2.67

Compacción de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

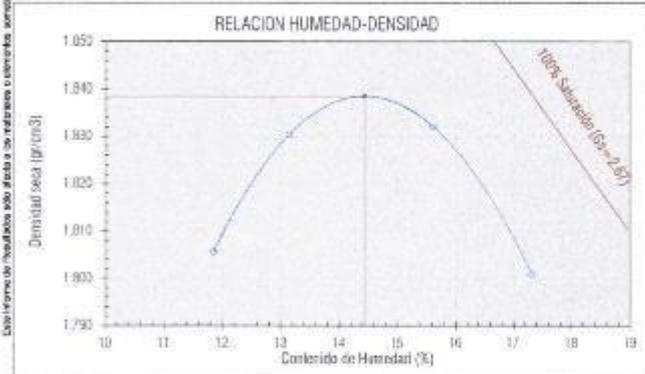
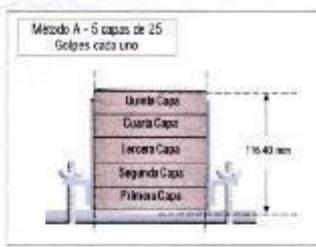
Compacción según ASTM D1557-12e1

Variable	Método		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa de Suelo Humedo & Molde	M _{mo}	(g)	6625.00	6673.00	6117.00	6112.00
(B) Peso del Molde	M _{mo}	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A-B)	(g)	2483.00	2531.00	1975.00	1970.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	(g/cm ³)	2.671	2.717	2.118	2.113



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Método		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 37	N° 30	N° 29	N° 40
(A) Masa de Contenedor Vaso	M _{co}	(g)	53.47	54.72	54.83	55.62
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{mo}	(g)	312.02	333.67	322.64	347.32
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{sc}	(g)	288.96	301.25	287.32	304.25
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	235.49	246.53	232.49	248.63
(E) Masa de Agua (B-C)	M _a	(g)	27.56	32.42	36.32	43.67
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	11.85	13.15	15.62	17.32
(G) Densidad Seca		(g/cm ³)	1.803	1.830	1.832	1.881



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm³): 1.839
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 14.45

observaciones:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPi con Resolución N° 004285-2015/DSD

SILVER GEO S.A.C.
 Central Geotécnica
 Laboratorio de Soles, Cimentación y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA RUC: 20601685024
 C.P. N° 204352 [Pág. 03]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2027 Int. 204 Urb. Elba Utría
 Pje. Valle N° 22-1220-01a Huancayo
 Telef. 969464248 / 969222284
 Correo: silvergeo@silvergeo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
01-06-21	07-07-21	M-03	Adición 10% de NaCl

SOLICITANTE: Sr. MARCO HIPÓLITO MATAMOROS DE LA CRUZ	TESIS: EVALUACIÓN DEL CLORURO DE SODIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EXPANSIVOS PARA SU USO COMO SUBRASANTE
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTECH S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA SEGÚN NORMA ASTM D2419
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Identificación de muestra : Adición 10% de NaCl	Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 3.210,00 m.s.n.m. Coordenadas UTM : 475451.70E 8662112.40N

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS SEGÚN NORMA ASTM D2419

Este informe de resultados solo aplica a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse más ya que cualquier copia o reproducción será sancionada por escrito del LABORATORIO.

Descripción	Nro		Ensayos			
	Variables	Unidad	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Respiente N°	---	---	N° 00	N° 01	N° 02	N° 03
(A) Hora inicio de saturación	---	min	12:00 a. m.	02:30 p. m.	02:32 p. m.	02:34 p. m.
(B) Hora fin de saturación	[A + 10min + 1min]	min	12:00 a. m.	02:40 p. m.	02:42 p. m.	02:44 p. m.
(C) Hora inicio de sedimentación	---	min	12:00 a. m.	02:41 p. m.	02:43 p. m.	02:45 p. m.
(D) Hora fin de sedimentación	[C + 20min + 15s]	min	12:00 a. m.	03:01 p. m.	03:03 p. m.	03:05 p. m.
(E) Altura Material fino	---	pulg	10.50	10.40	9.70	9.90
(F) Altura arena	---	pulg	0.60	0.50	0.70	0.80
(G) Equivalente de arena	[E + F] x 100	%	3.7%	5.6%	7.2%	6.1%
(H) Promedio equivalente de arena	EA	(%)	6.2%			

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Jimmy R. O.

SILVER GEO S.A.C.
 Geotecnia y Pavimento
 Laboratorio de Pruebas Geotecnia y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAMOS MUÑOZ OLIVERA
 C.I.P. N° 241752

RUC: 20901665524
 (Pág. 05)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004598-2016/DSD

Anexo N° 03: panel fotográfico



Fotografía 1. Extracción de las muestras en calicata.



Fotografía 2. Vista de las muestras extraídas llevadas a laboratorio.



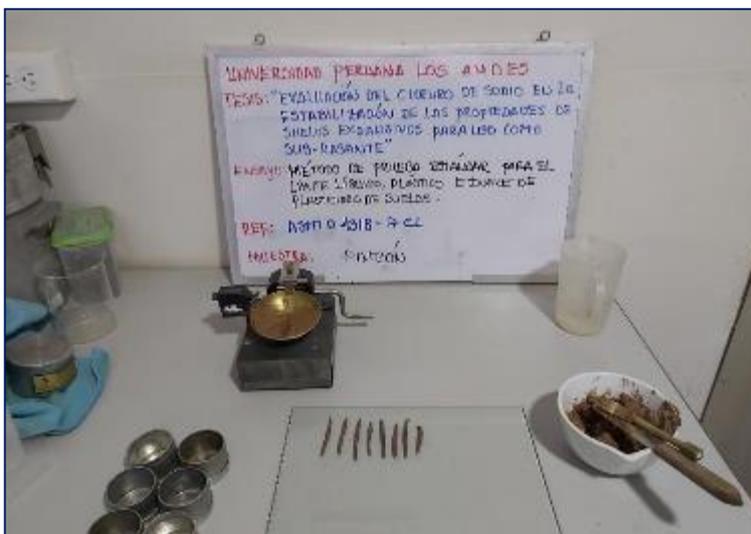
Fotografía 3. Cuarteo mecánico de las muestras de suelo.



Fotografía 4. Secado de las muestras a temperatura ambiente.



Fotografía 5. Tamizado de las muestras de suelo.



Fotografía 6. Ensayo del límite líquido y plástico del suelo patrón.



Fotografía 7. Ensayo de equivalente de arena del suelo patrón y suelos con 1 %, 5 % y 10 % de NaCl.



Fotografía 8. Ensayo de compactación para el suelo patrón.



Fotografía 9. Ensayo para CBR del suelo patrón.



Fotografía 10. Vista del cloruro de sodio.



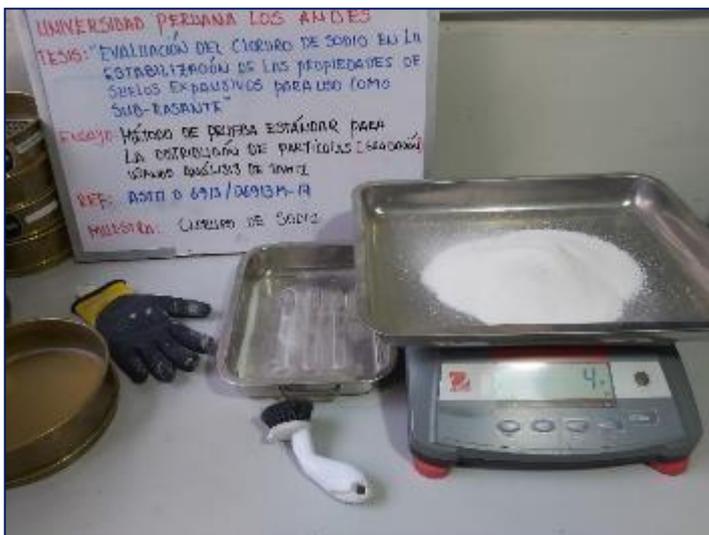
Fotografía 11. Pesado de la muestra de cloruro de sodio.



Fotografía 12. Vista del cloruro de sodio sin secar.



Fotografía 13. Vista del cloruro de sodio después del secado.



Fotografía 14. Pesado del cloruro después del tamizado.



Fotografía 15. Suelo con 1 % de cloruro de sodio.



Fotografía 16. Suelo con 5 % de cloruro de sodio.



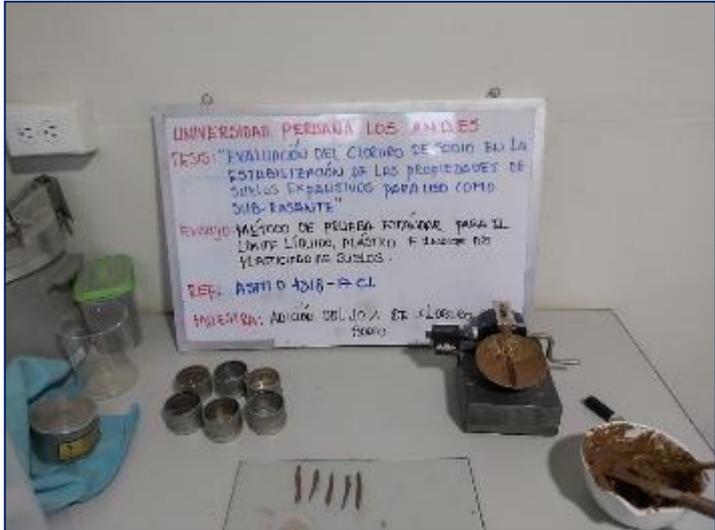
Fotografía 17. Suelo con 10 % de cloruro de sodio.



Fotografía 18. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 1 % de cloruro de sodio.



Fotografía 19. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 5 % de cloruro de sodio.



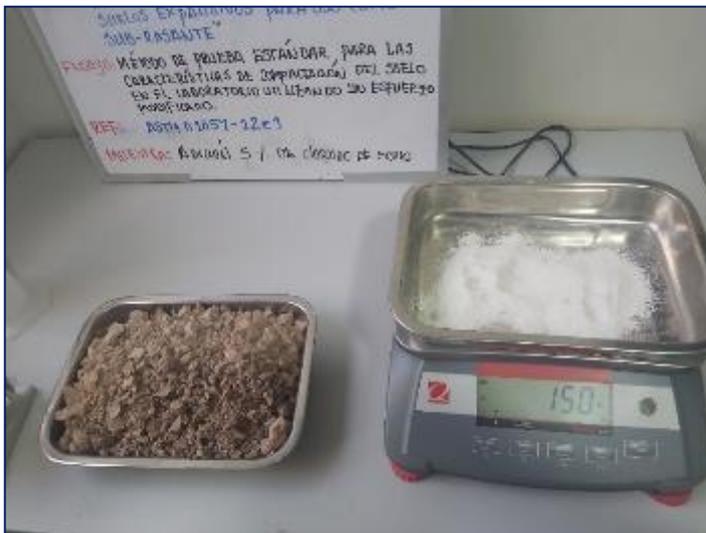
Fotografía 20. Ensayo de límite líquido y límite plástico del suelo con 10 % de cloruro de sodio.



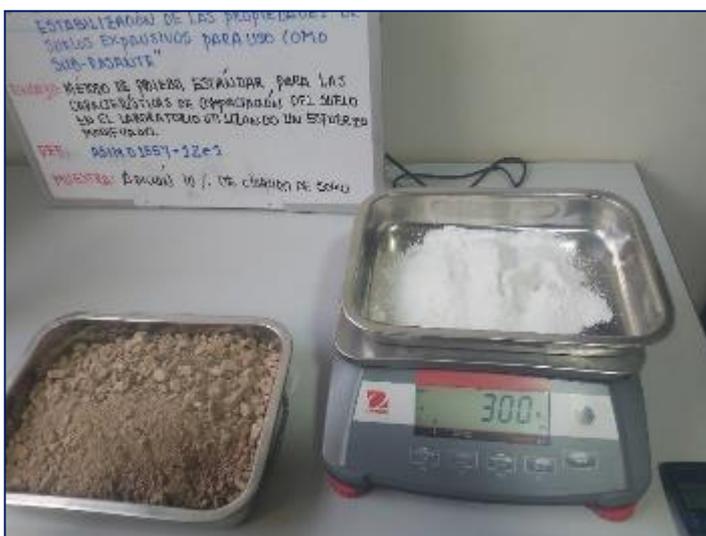
Fotografía 21. Combinación del suelo con 1 % de cloruro de sodio para el ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 22. Compactación del suelo con 1 % de cloruro de sodio.



Fotografía 23. Mezcla del suelo con 5 % de NaCl para el ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 24. Mezcla del suelo con 10 % de NaCl para el ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 25. Ensayo para CBR de suelo con 1 % de cloruro de sodio.



Fotografía 26. Ensayo para CBR de suelo con 5 % de cloruro de sodio.



Fotografía 27. Ensayo para CBR de suelo con 10 % de cloruro de sodio.

Anexo N° 04: Formatos de ensayos.

Granulometría ASTM D422-63(2007)²

DETALLES DEL PROYECTO

Tamices Abertura Retenido Clasificación

PROYECTO: _____

CODIGO: _____ FECHA: _____

COLOR: _____

Humedad Natural ASTM D2216-10	U. Medida	Resultados
Descripción		

Lavado de Suelos ASTM D1140-17	U. Medida	Resultados
Descripción		

3"	75.00 mm	gr	GRAVAS
2"	50.00 mm	gr	
1 1/2"	37.50 mm	gr	
1"	25.00 mm	gr	
3/4"	19.00 mm	gr	
3/8"	9.50 mm	gr	ARENAS
Nº 4	4.75 mm	gr	
Nº 10	2.00 mm	gr	
Nº 16	1.18 mm	gr	
Nº 40	0.43 mm	gr	Fina
Nº 60	0.25 mm	gr	
Nº 100	0.15 mm	gr	
Nº 200	0.08 mm	gr	Finísima
FONDO	-0.08 mm	gr	Limo-Arcilla

Humedad Natural ASTM D2216-10	U. Medida	Resultados
Descripción		
Recipiente Nº	Nº	Nº
(A) Masa de Contenedor Vacío	gr	
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	gr	
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	gr	

Lavado de Suelos ASTM D1140-17	U. Medida	Resultados
Descripción		
Nº de recipiente	Nº	
Masa del recipiente	gr	
Masa del recipiente + Suelo seco antes lavado	gr	
Masa del recipiente + Suelo seco después lavado	gr	

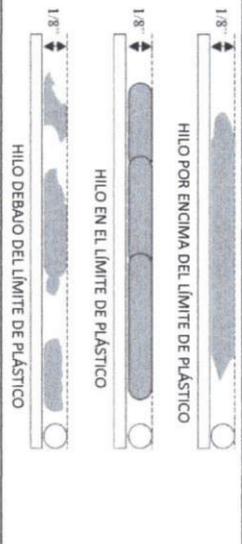
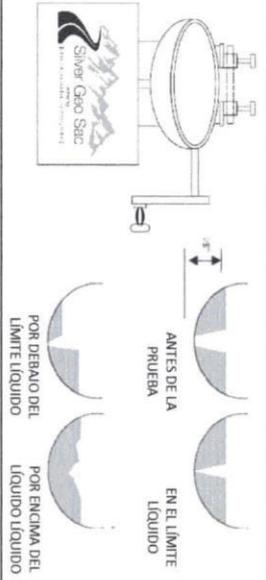
Límites de Atterberg (ASTM D4318-17²)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro	01	02	03	04
Numero de Golpes	Var.				
Recipiente Nº	N				
(A) Masa de Contenedor Vacío	Mc				
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	Mchs				
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	Mcs				

Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro	01	02	03	04
Recipiente Nº	Var.				
(A) Masa de Contenedor Vacío	Mc				
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	Mchs				
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	Mcs				



Fotografía 28. Formato de ensayo granulometría.

ENSAJO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

PROYECTO :
TRAMO I :
UBICACIÓN :

TECNICO :
REVISADO :
FECHA :

CALICATA :
MUESTRA :
PROF. (m) :

PROGRESIVA :
CLASF. (SUCS) :
CLASF. (AASHTO) :

METODO DE COMPACTACION:

A B C

FECHA DE ENSAYO :

DESCRIPCION	UNID	ENSAJO						
		1	2	3	4	5	6	7
Peso suelo + molde	g							
Peso molde	g							
Peso suelo húmedo compactado	g							
Recipiente N°								
Peso del suelo húmedo+tara	g							
Peso del suelo seco + tara	g							
Peso de la tara	g							

METODO "A"

MOLDE φ 4"
5C - 25Cx2C
PASA TAMIZ N° 4

3/4" _____
3/8" _____
N° 4 _____ ≤ 300 gr

FONDO

METODO "B"

MOLDE φ 4"
5C - 25Cx2C
PASA TAMIZ 3/8"

3/4" _____
Peso retenido _____
3/8" _____ ≤ 300 gr
Peso retenido _____
N° 4 _____ > 300 gr

FONDO

METODO "C"

MOLDE φ 6"
5C - 56Cx2C
PASA TAMIZ 3/4"

Peso retenido
3/4" _____ < 450 gr
Peso retenido
3/8" _____ > 300 gr
N° 4 _____

FONDO

TAMIZADO PARA DETERMINAR EL METODO DE COMPACTACION

Malla	Peso retenido	UND
3/4"	_____	gr
3/8"	_____	gr
N° 4	_____	gr
FONDO	_____	gr

Metodo a seleccionar:

A B C

Observaciones:

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)(AASHTO T-190)**

INFORME :
PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :

TECNICO :
REVISADO :
FECHA :

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :
MUESTRA :
PROF. (m) :

PROGRESIVA :
CLASF. (SUCS) :
CLASF. (AASHTO) :

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)						
Peso de molde (g)						
Peso del suelo húmedo (g)						
Volumen del molde (cm ³)	3243.00	3243.00	3243.00	3243.00	3243.00	3243.00
Densidad húmeda (g/cm ³)						
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Densidad seca (g/cm ³)						

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	PRESION PATRON	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA		CARGA		CARGA	
mm	Kg/cm ²	KN	Kg	KN	Kg	KN	Kg
0.00		0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.64							
1.27							
1.91							
2.54	70.36						
3.18							
3.81							
4.45							
5.08	105.46						
7.62	133.58						
10.16	161.71						
12.70	182.80						

FUERZA MAX : KN
ESFUER. MAX: Mpa

FUERZA MAX : KN
ESFUER. MAX: Mpa

FUERZA MAX : KN
ESFUER. MAX: Mpa

Fotografía 30. Formato de ensayo soporte de california (C.B.R).