

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS  
PROPIEDADES DE SUELOS FINOS  
UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE  
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO**

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

**Autor: Bach. Cynthia Clemente Vilca**

**Asesor: Ing. Rando Porras Olarte**

**Línea de Investigación: Transporte y Urbanismo.**

**Huancayo – Perú**

**2023**

## HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.  
Presidente

---

Mg. Javier Amador Navarro Veliz  
Jurado

---

Ing. Nataly Lucía Córdova Zorrilla  
Jurado

---

Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas  
Jurado

---

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.  
Secretario docente

## **Dedicatoria**

- A mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos por siempre estar presente en todo momento.

Cynthia Clemente Vilca.

## **Agradecimientos**

- A mis padres por el amor y apoyo incondicional que siempre me brindaron en la etapa académica y profesional, a mis hermanos Juan, Francis y Gaby que me apoyaron en lo laboral y económicamente

Cynthia Clemente Vilca.

# Constancia de Similitud de Trabajos de Investigación por el Software de Prevención de Plagio Turnitin



NUEVOS TIEMPOS  
NUEVOS DESAFÍOS  
NUEVOS COMPROMISOS

## CONSTANCIA 183

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado: "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**Cuyo autor(a)** : Cynthia, Clemente Vilca.

**Facultad** : Ingeniería

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil

**Asesor(es)** : Ing. Rando Porras Olarte.

Que, fue presentado con fecha 20.06.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 21.06.2023, con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 16%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 21 de Junio del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Constancia de Similitud de Trabajos de Investigación por el Software de Prevención de Plagio Turnitin	v
Contenido	vi
Contenido de tablas	ix
Contenido de figuras	xii
Resumen	xiv
Abstract	xv
Introducción	16
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Descripción de la realidad problemática	18
1.2. Delimitación del problema	19
1.2.1. Espacial	19
1.2.2. Temporal	20
1.2.3. Económica	20
1.3. Formulación del problema	20
1.3.1. Problema general	20
1.3.2. Problemas específicos	20
1.4. Justificación	20
1.4.1. Práctica	20
1.4.2. Teórica	21
1.4.3. Metodológica	21
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivos específicos	21
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Nacionales	22
2.1.2. Internacionales	23
2.2. Bases teóricas o científicas	26
2.2.1. Suelo	26
2.2.2. Hidróxido sódico	26

2.2.3. Granulometría del suelo	27
2.2.4. Límites de consistencia del suelo	28
2.2.5. Próctor modificado	28
2.2.6. CBR	29
2.3. Marco conceptual	30
3. CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	32
3.1. Hipótesis general	32
3.2. Hipótesis específicas	32
3.3. Variables	32
3.3.1. Definición conceptual de las variables	32
3.3.2. Definición operacional de las variables	33
3.3.3. Operacionalización de las variables	33
4. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	34
4.1. Método de investigación	34
4.2. Tipo de investigación	34
4.3. Nivel de investigación	35
4.4. Diseño de la investigación	35
4.5. Población y muestra	35
4.5.1. Población	35
4.5.2. Muestra	35
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	36
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	36
4.8. Aspectos éticos de la investigación	37
CAPÍTULO V: RESULTADOS	38
5.1. Descripción de resultados	38
5.1.1. El hidróxido sódico en las propiedades físicas de los suelos finos para subrasante	38
5.1.2. El hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de los suelos finos para subrasante	55
5.2. El hidróxido sódico en las propiedades químicas de los suelos finos para subrasante	61
5.3. Contrastación de hipótesis	67
5.3.1. Hipótesis específica 1	67
5.3.2. Hipótesis específica 2	73

5.3.3. Hipótesis específica 3	76
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
6.1. El hidróxido sódico en las propiedades físicas de los suelos finos para subrasante	79
6.2. El hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de los suelos finos para subrasante.	81
6.3. El hidróxido sódico en las propiedades químicas de los suelos finos para subrasante	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	88
Anexo N° 01: matriz de consistencia	89
Anexo N° 02: certificados de ensayos realizados	91
Anexo N° 03: Certificados de calibración	170
Anexo N° 04: plano de calicatas	186
Anexo N° 05: panel fotográfico	189



## Contenido de tablas

Tabla 1. Propiedades del hidróxido sódico.	27
Tabla 2. Operacionalización de las variables.	33
Tabla 3. Muestra de la investigación.	36
Tabla 4. Granulometría de la M - 1 del suelo fino de fundación (M <sub>1</sub> ).	38
Tabla 5. Granulometría de la M - 2 del suelo fino de fundación (M <sub>2</sub> ).	39
Tabla 6. Granulometría de la M - 3 del suelo fino de fundación (M <sub>3</sub> ).	39
Tabla 7. Granulometría de la M - 1 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M <sub>1</sub> ).	40
Tabla 8. Granulometría de la M - 2 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M <sub>2</sub> ).	41
Tabla 9. Granulometría de la M - 3 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M <sub>3</sub> ).	41
Tabla 10. Granulometría de la M - 1 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M <sub>1</sub> ).	42
Tabla 11. Granulometría de la M - 2 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M <sub>2</sub> ).	43
Tabla 12. Granulometría de la M - 3 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M <sub>3</sub> ).	43
Tabla 13. Granulometría de la M - 1 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M <sub>1</sub> ).	44
Tabla 14. Granulometría de la M - 2 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M <sub>2</sub> ).	45
Tabla 15. Granulometría de la M - 3 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M <sub>3</sub> ).	45
Tabla 16. Granulometría de la M - 1 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M <sub>1</sub> ).	46
Tabla 17. Granulometría de la M - 2 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M <sub>2</sub> ).	47
Tabla 18. Granulometría de la M - 3 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M <sub>3</sub> ).	47
Tabla 19. Resultados de la granulometría de los suelos.	48
Tabla 20. Promedio y variación de las gravas en los suelos.	49
Tabla 21. Promedio y variación de las arenas en los suelos.	49
Tabla 22. Promedio y variación de los finos en los suelos.	49
Tabla 23. Resultados de la consistencia de los suelos.	52
Tabla 24. Promedio y variación del límite líquido en los suelos.	52
Tabla 25. Promedio y variación del límite plástico en los suelos.	53
Tabla 26. Promedio y variación del índice de plasticidad en los suelos.	53
Tabla 27. Resultados de la densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de los suelos.	55
Tabla 28. Promedio y variación de la densidad máxima seca de los suelos.	56
Tabla 29. Promedio y variación del óptimo contenido de humedad de los suelos.	56
Tabla 30. Resultados del CBR al 95 % y 100 % de la densidad máxima seca de los suelos.	58
Tabla 31. Promedio y variación del CBR al 95 % de la densidad máxima seca de los suelos.	59

Tabla 32. Promedio y variación del CBR al 100 % de la densidad máxima seca de los suelos.	59
Tabla 33. Resultados pH de los suelos con hidróxido sódico.	61
Tabla 34. Promedio y variación del pH de los suelos con hidróxido sódico.	62
Tabla 35. Resultados del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.	63
Tabla 36. Promedio y variación del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.	64
Tabla 37. Resultados del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.	65
Tabla 38. Promedio y variación del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.	66
Tabla 39. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 1.	67
Tabla 40. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 1.	68
Tabla 41. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 1.	70
Tabla 42. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de gravas en los suelos.	71
Tabla 43. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de arenas en los suelos.	72
Tabla 44. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de finos en los suelos.	72
Tabla 45. Sub conjuntos homogéneos según el límite líquido en los suelos.	72
Tabla 46. Sub conjuntos homogéneos según el límite plástico en los suelos.	72
Tabla 47. Sub conjuntos homogéneos según el índice de plasticidad en los suelos.	72
Tabla 48. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 2.	73
Tabla 49. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 2.	73
Tabla 50. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 2.	74
Tabla 51. Sub conjuntos homogéneos según la densidad máxima seca en los suelos.	75
Tabla 52. Sub conjuntos homogéneos según el óptimo contenido de humedad en los suelos.	75
Tabla 53. Sub conjuntos homogéneos según el CBR al 95 % de la DMS en los suelos.	75
Tabla 54. Sub conjuntos homogéneos según el CBR al 100 % de la DMS en los suelos.	76
Tabla 55. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 3.	76
Tabla 56. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 3.	76
Tabla 57. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 3.	77
Tabla 58. Sub conjuntos homogéneos según el pH en los suelos.	78
Tabla 59. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de cloruros en los suelos.	78

Tabla 60. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de sulfatos en los suelos. 78

## Contenido de figuras

Figura 1. Ubicación de la calicata para la investigación.	19
Figura 2. Diferentes tamaños de granos de los suelos.	26
Figura 3. Vista del hidróxido sódico.	26
Figura 4. Clasificación de los suelos de acuerdo a AASHTO.	27
Figura 5. Aparato medidor de expansión para el ensayo de CBR.	30
Figura 6. Granulometría de las muestras del suelo.	40
Figura 7. Granulometría de las muestras del suelo + 8 % de hidróxido sódico.	42
Figura 8. Granulometría de las muestras del suelo + 10 % de hidróxido sódico.	44
Figura 9. Granulometría de los suelos + 12 % de hidróxido sódico.	46
Figura 10. Granulometría de los suelos + 14 % de hidróxido sódico.	48
Figura 11. Granulometría de los suelos con hidróxido sódico.	50
Figura 12. Variación de las gravas de los suelos con hidróxido sódico.	50
Figura 13. Variación de las arenas de los suelos con hidróxido sódico.	51
Figura 14. Variación de los finos de los suelos con hidróxido sódico.	51
Figura 15. Límites de consistencia de los suelos con hidróxido sódico.	53
Figura 16. Variación del límite líquido en los suelos.	54
Figura 17. Variación del límite plástico en los suelos.	54
Figura 18. Variación del índice de plasticidad en los suelos.	55
Figura 19. Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de los suelos con hidróxido sódico.	57
Figura 20. Variación de la máxima densidad seca de los suelos con hidróxido sódico.	57
Figura 21. Variación del óptimo contenido de humedad de los suelos con hidróxido sódico.	58
Figura 22. CBR al 95 % y 100 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.	60
Figura 23. Variación del CBR al 95 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.	60
Figura 24. Variación del CBR al 100 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.	61
Figura 25. pH de los suelos con hidróxido sódico.	62
Figura 26. Variación del pH de los suelos con hidróxido sódico.	63
Figura 27. Contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.	64
Figura 28. Variación del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.	65
Figura 29. Contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.	66

Figura 30. Variación del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico. 67

## Resumen

La presente investigación consideró como problema general: ¿Cuál es el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?, por lo que se tuvo como objetivo general: Evaluar el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito; mientras que la hipótesis a contrastar fue: El hidróxido sódico mejora de manera significativa las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito

El desarrollo de la investigación consideró como método de investigación el científico, del tipo aplicada con un nivel explicativo y un diseño experimental. La población considerada fue el suelo de subrasante de la calle José Olaya, en el centro poblado de Miluchaca, distrito de Sapallanga en la provincia de Huancayo del departamento de Junín, mientras que la muestra, según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, fue el suelo extraído por medio de una calicata en la calle José Olaya.

Como conclusión principal se determinó que los resultados obtenidos muestran que el uso del hidróxido sódico mejora de manera significativa las propiedades de suelos finos para su uso como subrasante en vías de bajo volumen de tránsito, siendo la dosificación óptima valores superiores al 10 %, ya que con ello se asegura una reducción adecuada del índice de plasticidad y el incremento del CBR superior al valor mínimo exigido por la normativa vigente.

**Palabras clave:** Hidróxido sódico, propiedades físicas, propiedades mecánicas, propiedades químicas, suelos finos.

## **Abstract**

The general problem of this research was: What is the effect of sodium hydroxide on the properties of fine soils to be used as subgrades in low traffic volume roads? To evaluate the effect of sodium hydroxide on the properties of fine soils for use as subgrades in low traffic volume roads; while the hypothesis to be contrasted was: Sodium hydroxide significantly improves the properties of fine soils for use as subgrades in low traffic volume roads.

The development of the research considered the scientific research method, of the applied type with an explanatory level and an experimental design. The population considered was the subgrade soil of José Olaya Street, in the town of Miluchaca, district of Sapallanga in the province of Huancayo in the department of Junín, while the sample, according to the type of non-probabilistic purposive sampling, was the soil extracted by means of a test pit in José Olaya Street.

As main conclusion, it was determined that the results obtained show that the use of sodium hydroxide significantly improves the properties of fine soils for use as subgrade in roads with low traffic volume, being the optimum dosage values higher than 10%, since this ensures an adequate reduction of the plasticity index and the increase of the CBR higher than the minimum value required by current regulations.

**Key words:** sodium hydroxide, physical properties, mechanical properties, chemical properties, fine soils

## **Introducción**

La calidad del suelo y de sus propiedades son fundamentales para la construcción de nuevas infraestructuras viales, pues incide en el costo de su construcción y especialmente en el de mantenimiento, sin embargo, este tipo de suelo ideal no es fácil de encontrar, haciendo que sea necesario mejorar las propiedades mediante métodos mecánicos, químicos, etc.

Es bajo lo mencionado que la presente investigación denominada “efectos del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos utilizados en subrasantes de vías de bajo volumen de tránsito”, busca establecer la factibilidad de uso de un elemento químico conocido como hidróxido sódico y que de acuerdo a estudios recientes puede ser un interesante estabilizador de suelos de baja calidad.

Los resultados que se obtengan darán luces del uso del hidróxido sódico como un estabilizador químico, que al modificar la estructura química del suelo mejora sus propiedades físicas y mecánicas, además puede reducir el costo de tratamiento en comparación de otros elementos comúnmente utilizados.

Para que la investigación sea más entendible, se ha considerado desarrollar el informe en los siguientes ítems:

**CAPÍTULO I:** El problema de investigación, se detalla el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema con el problema general y específicos, la justificación práctica y metodológica, la delimitación espacial, temporal y económica, las limitaciones, para concluir con los objetivos.

**CAPÍTULO II:** Marco teórico, se describe a los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual referido a cemento, aguas ácidas, corrosión y pozas de recepción de aguas ácidas; asimismo, en este capítulo se tiene a la definición de términos.

**CAPÍTULO III:** Metodología, aquí se muestra al método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información, además de las técnicas y análisis de datos.



CAPÍTULO IV: Resultados, donde se tiene de acuerdo a los objetivos a la influencia de las aguas ácidas en la resistencia a compresión y carbonatación del concreto, además de la contrastación estadística de las hipótesis.

El CAPÍTULO V: Discusión de resultados, se detalla la discusión de los resultados en concordancia con los antecedentes nacionales e internacionales.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Cynthia Clemente Vilca

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Diversos factores como el crecimiento poblacional ha originado un reciente crecimiento en la infraestructura vial, lo cual según Ponce (2018) hace necesario la búsqueda de muchas alternativas de estabilizantes que puedan mejorar las propiedades del suelo; pues las vías en la actualidad son el medio de conexión por el que se da intercambio de interacciones sociales, culturales y por supuesto económicas, que incrementan el desarrollo de una población.

A nivel mundial, la presencia de los suelo finos en la construcción de edificaciones e infraestructuras viales es muy común pues, según Neeladharan, Vinitha, Priyay Saranya (2017) la ciudad de la India está cubierta por suelos arcillosos hasta en 40 % de su superficie, por lo que para la construcción de nuevas estructuras civiles, el suelo de fundación debe ser sometido a diversos métodos de estabilización. Este mismo procedimiento según Abid (2017), por la presencia de estos suelos ha ocasionados gastos en el Reino Unido de hasta 150 millones de libras esterlinas; mientras que en los estados unidos bordea los 1 000 millones de dólares.

A nivel nacional, la presencia de estos suelos también es muy común, tal es el caso de la ciudad de Huancavelica en que el sector de Ccoripacha, el cual es un lugar con una gran proporción de material arcilloso en la que según Guerrero (2019), debido a los diferentes cambios estacionales, sufren expansiones que perjudican a las diferentes capas del pavimento que las recubren. Ante esto una de las técnicas aplicada para mejorar sus propiedades física y mecánicas es la estabilización química, las cuales actúan en los



### **1.2.2. Temporal**

La investigación se desarrolló durante los meses de abril hasta setiembre del año 2022.

### **1.2.3. Económica**

Los gastos que involucraron para la obtención de hidróxido sódico, las muestras de suelo y los ensayos fueron asumidos por la investigadora.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo incide el hidróxido sódico en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?
- b) ¿Cuál es la influencia del hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?
- c) ¿En qué medida el hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Práctica**

La presente investigación tiene como justificación social o práctica, dar una alternativa de solución a las deficientes propiedades de los suelos finos, pues debido a que, sus características de soporte son bajas muchas de las vías de la zona de estudio presentan problemas estructurales como baches, hendiduras, fisuras, las cuales se han acrecentado con mayor intensidad en las épocas de lluvia; todo ello da indicios que la capa base de la estructura vial tiene propiedades físicas y mecánicas son muy deficientes.

#### **1.4.2. Teórica**

La justificación metodológica de la presente investigación radica principalmente en que mediante el desarrollo de la presente tesis se propondrá una metodología para determinar una dosificación óptima con la que la soda caustica mejore las propiedades de los suelos finos, para que puedan ser usados como subrasante.

#### **1.4.3. Metodológica**

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la incidencia del hidróxido sódico en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.
- b) Establecer la influencia del hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.
- c) Determinar en qué medida el hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Nacionales

Araujo (2018) en su tesis “Influencia de la soda cáustica en la estabilización de suelos en la zona de Huanchaco - Trujillo, 2018” planteó como objetivo principal establecer la influencia de la soda cáustica para estabilizar los suelos de la localidad de Lomas del distrito de Huanchaco en Trujillo; para ello consideró la aplicación de las normas AASHTO y SUCS, las cuales establecen los procedimientos para la correcta ejecución de los ensayos de laboratorio. En cuanto a la metodología consideró un tipo de investigación aplicada, con diseño experimental, en el que consideró 8500 cm<sup>3</sup> de suelo, a los cuales se adicionó porcentajes de 0 %, 8 %, 10 % y 12 % de soda cáustica y se le practicaron los ensayos para determinar los límites de Atterberg (límite líquido y plástico), el contenido de humedad, el análisis granulométrico, el ensayo de Proctor modificado, el índice de CBR y la expansión. Como resultados obtuvo que, con una adición de 10 % de soda cáustica el límite líquido fue de 57.15 %, el límite plástico de 47.60 % y un índice de plasticidad de 9.56 %; la densidad seca fue de 1.59 g/cm<sup>3</sup> y una humedad óptima de 20.50 %, mientras que el índice de CBR del suelo con soda cáustica fue de 11.48 %; siendo que el CBR del suelo fino de fundación fue de 2.55 %; concluyendo finalmente que, la soda cáustica mejora las propiedades del suelo en una concentración del 10 %

Guerrero (2019) en su investigación “Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% Y 25%” , planteó como objetivo

determinar la capacidad portante de un suelo cohesivo al que se le ha adicionado 10 %, 15 % y 25 % de cal y sulfato de calcio; por lo que analizó el suelo de tres canteras: Shultín, El guitarrero y Shudal; los cuales según la clasificación de suelos SUCS fueron CL (arcillas inorgánicas), ML (limos inorgánicos) y MH (Limos inorgánicos de alta plasticidad) respectivamente; los cuales posteriormente fueron sometidos al ensayo Proctor y de CBR según las especificaciones establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Como resultados determinó que la densidad máxima en la muestra fino de fundación fue de 1.654 g/cm<sup>3</sup>; y que al adicionar sulfato de calcio este valor disminuye hasta un valor de 1.527 g/cm<sup>3</sup>; mientras que al adicionar cal se incrementa hasta 1.561 g/cm<sup>3</sup>. Con respecto al CBR del suelo obtuvo que el suelo fino de fundación obtuvo un valor de 2.70 mientras que al adicionar sulfato de calcio se incrementa hasta 7, si la concentración es de 10 %; pero al adicionar cal su valor máximo fue de 11.20 con 10 % de aditivo; concluyendo finalmente que la adición de sulfato de calcio y cal se logra incrementar el CBR del suelo en más de 5 % cuando se considera una concentración del 10 % de ambos aditivos por separado.

Ponce, (2018) en su tesis “Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande-Huancavelica” buscó determinar la influencia del cloruro de calcio en la subrasante de la vía de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan grande que posee suelos arcillosos es la subrasante; para ello consideró los ensayos establecidos por las normas ASTM. Extrajo tres tipos de suelo con los que realizó ensayo de laboratorio como el contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, la densidad seca máxima, el óptimo contenido de humedad y el CBR del suelo. Como resultados determinó que, el 5 % de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) logra un incremento del CBR en los suelos arcilloso de 11.80 % a 16.50 %; mientras que los suelos granulares se incrementa de 22.89 % a 43.01 %. En suelos orgánicos observó una disminución del CBR de 6.12 % a 6.11 %; siendo que el cloruro de calcio tuvo mejor resultado en los suelos granulares. Como conclusión obtuvo que el uso de del cloruro de calcio no influye de manera significativa en los suelos arcillosos, pero sí en suelos granulares

### **2.1.2. Internacionales**

Neeladharan, Vinitha, Priya y Saranya (2017) en su investigación “Estabilización de suelos mediante el uso de residuos de baldosas con hidróxido de sodio como

aglutinante” tuvo como principal objetivo analizar el mejoramiento de las propiedades de ingenierías de los suelos débiles, como las arcillas, mediante la adición de residuos de baldosas e hidróxido de sodio como aglutinante; para ello recolectaron material del poblado de Melapilam a 30 km del distrito de Vellore localizado en Tamil Nadu. A las muestras de suelos recolectados se le analizaron las principales propiedades físicas y mecánicas; posteriormente consideraron proporciones de residuo de cerámicos e hidróxido de sodio en proporciones de 5 %: 2.5 %, 10 %:5 %, 15 %: 7.5 %, 20 %: 10%, 25 %: 12.5 %, 30 %: 15 %; 35 %: 17.5 % y 40 % y 20 %; para posteriormente medir en laboratorio: el contenido de humedad, pesos específico, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad, el esfuerzo cortante y finalmente le valor de CBR a una penetración de 1 pulgada. Los resultados obtenidos muestran que la adición del material descrito disminuye el límite líquido y el límite plástico. Con respecto a las propiedades mecánicas se ha podido determinar que, el óptimo contenido de humedad disminuye, a medida que se incrementa la concertación de residuos de cerámica y de hidróxido de sodio; mientras que es esfuerzo cortante logra un incremento de 0.165 kg/cm<sup>2</sup> hasta 0.293 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se ha reflejado en el valor del índice de CBR, el cual incrementa su valor de 3.86 a 16.19, cuando la concentración de residuos de cerámico y de soda cáustica fue de 35 %: 17 %; concluyendo finalmente que adicionar 35 % de residuos de cerámicos y 15 % de hidróxido de sodio incrementa las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso.

Abid (2017) en su investigación “Estabilización del suelo mediante métodos químicos” tuvo como principal objetivo determinar la eficacia de los activadores alcalinos a base de sodio como estabilizante de suelos cohesivos; siendo el principal elemento analizado el hidroxilo de sodio; para ello aplicó una metodología basada principalmente en la aplicación de este insumo en concentraciones de 1 , 2, 4 y 8 molar al suelo extraído de Yeragattugutta Hillockcon; de los cuales se analizaron solo parámetros de resistencia como la compresión no confinada, el ángulo de fricción, el ángulo de cohesión y una prueba de corte. Como resultados ha obtenido que, las concentraciones de 4 M, 6 M, y 10 M hay un incremento constante de la densidad seca del suelo, lo cual implica que en una concentración de 6 M hay un contenido de humedad óptima que se incrementará al realizar los trabajos de campo. Con respecto a la cohesión se ha denotado que a medida que se incrementa la concentración de hidróxido de sodio la cohesión se incrementa hasta la concentración de 8 M, después de ello su valor disminuye hasta 0.11 kg/cm<sup>2</sup>; esto



también sucede en el ángulo de fricción, siendo el máximo valor de  $50.194^\circ$ . Finalmente, al analizar el CBR del suelo ha denotado que, al adicionar la concentración de NaOH (hidróxido de sodio) se incrementa su valor de 7.29 a 9.48 en una penetración de 2.5 mm; sin embargo, esto solo sucede cuando la concentración es de 4 molar hasta 8 molar; después de ello, su valor disminuye. Como conclusión determinó que la dosificación óptima del hidróxido de sodio en una concentración de 8 a 10 % pueden ser utilizado como aditivos en el suelo por ser los porcentajes más económicos con el que se puede mejorar las propiedades de los suelos finos.

Higuera, Gómez y Pardo (2012) en su trabajo de investigación “Caracterización de un suelo arcillo tratado con hidróxido de calcio”, plantearon como objetivo establecer una metodología para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos mediante la aplicación de hidróxido de calcio. La metodología que utilizaron consistió en la aplicación de una serie de ensayos de laboratorio para determinar las principales modificaciones de las características físico – mecánicas del suelo cuando se adicione hidróxido de calcio; para ello diseñaron mezclas de hidróxido de calcio y suelo en proporciones del 2 % , 4 % , 6 % , 8 % , 10 % y 12 % , posteriormente caracterizaron el material y finalmente determinaron las propiedades físicas (humedad, granulometría, peso específico, y los límites de consistencia), las propiedades mecánicas (compactación, CBR, compresión inconfiada, ensayo de ascensión, estabilidad hídrica y remodelo de CBR) y las propiedades químicas (potencial de hidrógeno, análisis químico y micrografía). Como resultados pudieron determinar que, el suelo analizado es una arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad; con un pH básico por lo que es considerado como un suelo pasivo; además que la capacidad de soporte es de  $2.4 \text{ kg/cm}^2$  y su valor de CBR de 2.1 % ; mientras que al aplicar hidróxido de calcio en el suelo se incrementa el límite plástico y disminuye el límite líquido, originando una disminución del índice de plasticidad. Con respecto a las propiedades mecánicas del suelo determinaron que, el valor de CBR se incrementó, denotándose esta tendencia en los porcentajes del 2, 4 y 6 % de adición del aditivo; concluyendo finalmente que, el mejor porcentaje de adición es el de 4 % respecto del peso seco del suelo.

## 2.2. Bases teóricas o científicas

### 2.2.1. Suelo

Entre los suelos se tiene a las gravas, arenas y finos, donde en este último se incluye a los limos y arcillas; es decir que se diferencian por el tamaño de los granos, tal como se puede observar en la Figura 2 (Araujo, 2018).

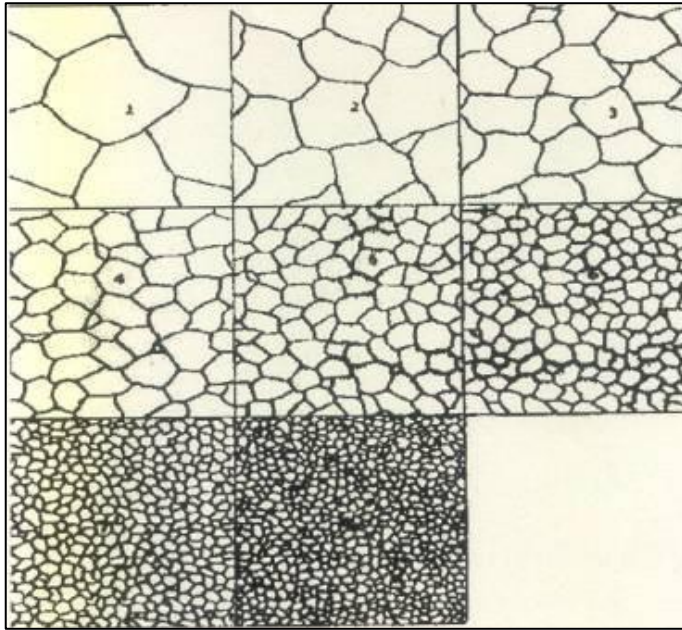


Figura 2. Diferentes tamaños de granos de los suelos.  
Fuente: Araujo (2018).

### 2.2.2. Hidróxido sódico

Es un material que a temperatura ambiente se encuentra en estado sólido, es de color blanco, sin olor y que absorbe rápidamente dióxido de carbono y la humedad del medio ambiente, tal como se puede apreciar en la ; puede ser peligroso pues al tener contacto con la piel causaría quemaduras (Enríquez, 2013).



Figura 3. Vista del hidróxido sódico.  
Fuente: Enríquez (2013).

Asimismo, al ser disuelto el agua libera gran cantidad de calor, hasta llegar un punto de ignición; en cuanto a sus propiedades, en la siguiente tabla se detallan:

Tabla 1. Propiedades del hidróxido sódico.

Propiedades	Valor
Fórmula química	NaOH
Peso molecular	40 g/mol
Estado físico	Sólido blanco
Punto de fusión	318 °C
Punto de ebullición	1288 °C
Presión de vapor	0
pH	14

Fuente: Enríquez (2013).

### 2.2.3. Granulometría del suelo

Ponce (2018) menciona que la granulometría de los suelos es la distribución de los tamaños de los granos del agregado, que es obtenido por medio de mallas o un hidrómetro; adicionalmente se tiene que la granulometría permite la clasificación del suelo.

La clasificación de los suelos, de acuerdo a la granulometría y la plasticidad, es la siguiente:

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 4. Clasificación de los suelos de acuerdo a AASHTO.

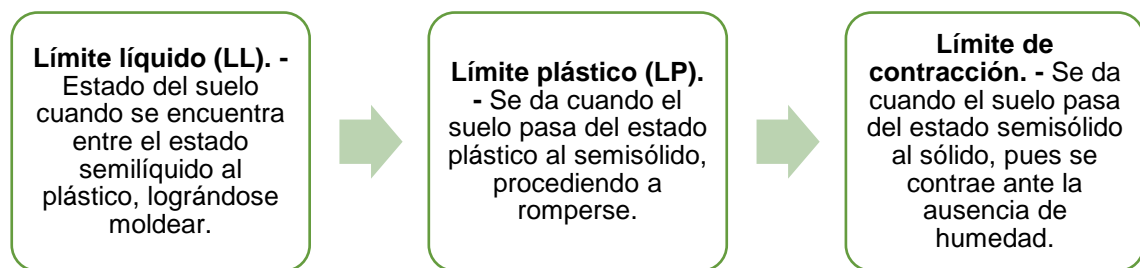
Fuente: MTC (2014).

Del mismo modo, el MTC (2014) menciona que las gravas presentan un tamaño entre 75 a 4.75 mm, las arenas gruesas entre 4.75 a 2 mm, las arenas medias entre 2 a

0.425 mm, las arenas finas entre 0.425 a 0.075 mm, mientras que los limos entre 0.075 a 0.005 mm y las arcillas menores a 0.005 mm.

#### 2.2.4. Límites de consistencia del suelo

En esta investigación, referirse a los límites de consistencia se relaciona con la plasticidad, que viene a ser aquella propiedad por la cual es suelo es capaz de contar con cierta humedad sin que este se disgregue, por ende solo se presenta cuando se tiene finos, necesiándose determinar por medio de los límites de Atterberg (MTC, 2014).



Finalmente, se tiene que el índice de plasticidad es determinado por la diferencia del límite líquido y límite plástico (MTC, 2014).

#### 2.2.5. Próctor modificado

Es el ensayo con el cual es posible determinar la compactación de los suelos, para esto se sigue lo establecido en la norma del MTC 115, pudiéndose elegir entre el método A, B o C, que dependerá básicamente en la gradación del material (MTC, 2016).

Entre los equipos necesarios de acuerdo al (MTC, 2016), se tiene:

- Ensamblaje del molde.
- Moldes.
- Pisón o martillo.
- Extractor de muestras.
- Balanza.
- Horno de secado.

En cuanto a los materiales, el MTC (2016) considera que es necesario una regla metálica, tamices y herramientas de mezclado, por último, la muestra dependerá del método a emplear, pues de ser el A y B se requiere 16 kg y para el método C de 29 kg de suelo seco.

### **2.2.6. CBR**

Es un índice de resistencia de los suelos que es fundamental para el diseño de pavimentos, puede ser llamado como relación de soporte, el ensayo es realizado de acuerdo a las consideraciones de la norma MTC 132, ya sea para el material de subrasante, subbase o base (MTC, 2016).

Los equipos necesarios para la ejecución del ensayo son:

- Prensa similar a la que se emplea en los ensayos a compresión.
- Molde.
- Disco espaciador.
- Pisón de compactación.
- Aparato medidor de expansión, que se encuentra conformado por una placa de metal perforada y trípode, tal como se detalla en la Figura 5.
- Pesas.
- Pisón de penetración.
- Diales.
- Tanque para la inmersión de los moldes en el agua.
- Estufa.
- Balanzas.
- Tamices.
- Misceláneos.

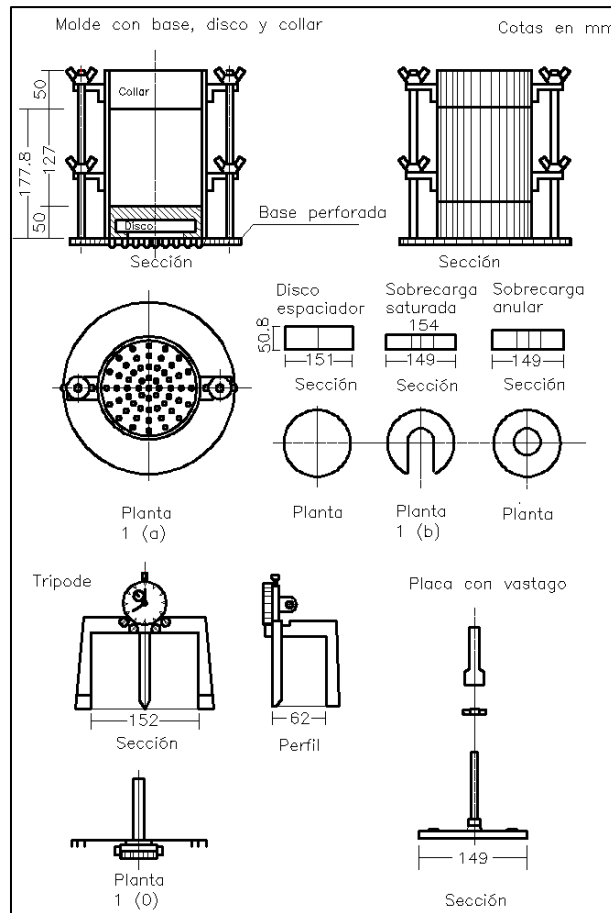


Figura 5. Aparato medidor de expansión para el ensayo de CBR.  
Fuente: MTC (2016).

En cuanto a la muestra, el MTC (2016) considera que se deberá seguir el procedimiento que se empleó para la compactación en el ensayo de Proctor modificado.

La interpretación del CBR del suelo en subrasante, se da según su valor, pues para un CBR inadecuado el CBR es menor a 3 %, para una insuficiente se encuentra entre 3 a 6 %, una regular se encuentra entre 6 a 10 %, una buena se encuentra entre 10 a 20 %, una muy buena se encuentra entre 20 a 30 %, mientras que una subrasante excelente presenta un CBR mayor a 30 % (MTC, 2016).

### 2.3. Marco conceptual

**Compactación.** – Es el proceso de escarificación, homogenización, mezclado, conformado del material para ser empleado en el pavimento (Coronado, 2002).

**Durabilidad.** – Se refiere a la resistencia del suelo al intemperismo, erosión o abrasión, que se pueda producir por acción del tráfico (Menéndez, 2013).

**Humedad natural.** – Es el contenido de agua natural que presenta el suelo, siendo importante su determinación para considerar la humedad óptima de compactación (MTC, 2016).

**Subrasante.** – Capa que se encuentra debajo de la capa de subbase en el pavimento, cuya principal función es soportar las cargas de la subbase y base (Rondón y Reyes, 2015).

**Pavimento.** – Se tiene tanto al pavimento rígido y flexible, cuya principal diferencia es su flexibilidad la cual se verá reflejada en su deformación y transmisión de cargas a la subrasante (Coronado, 2002).

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

### 3.1. Hipótesis general

El hidróxido sódico mejora las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.

### 3.2. Hipótesis específicas

- a) El hidróxido sódico incide de manera significativa en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.
- b) El hidróxido sódico influye significativamente en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.
- c) El hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Definición conceptual de las variables

**Variable independiente (X): Hidróxido sódico.** – También conocido como soda cáustica (NaOH), es un elemento cristalino, blanco, sin olor que absorbe rápidamente el dióxido de carbono y la humedad del aire y que quema la piel. Al disolverse en agua o neutralizarla en ácido, se puede obtener calor que es suficiente para la ignición de un material (Enríquez, 2013).



**Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos finos.** – Son características de los suelos finos como las arcillas o limos, la cuales presentan propiedades físicas y mecánicas bajas al someterse a grandes contenidos de humedad (Ponce, 2018).

### 3.3.2. Definición operacional de las variables

**Variable independiente (X): Hidróxido sódico.** – El hidróxido sódico fue aplicado en proporciones respecto al peso seco del suelo (8, 10, 12 y 14 %).

**Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos finos.** – Se consideró medir la granulometría, límites de consistencia, densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad y CBR; adicionalmente, se optó por medir las propiedades químicas del suelo tales como cantidad de sulfatos, cloruros y pH.

### 3.3.3. Operacionalización de las variables

A continuación, se especifica la operacionalización de las variables consideradas de acuerdo a los objetivos de la investigación:

Tabla 2. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> Hidróxido sódico	Cantidad	Proporciones de hidróxido sódico
<b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades de suelos finos	Propiedades físicas	Límite líquido
		Límite plástico
		Granulometría
	Propiedades mecánicas	Compactación
		CBR
	Propiedades químicas	Potencial de hidrógeno
		Cantidad de sulfatos
Cantidad de cloruros		

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1. Método de investigación**

La presente investigación consideró el método científico, pues según Del Cid, Sandoval y Sandoval (2007), es un método que contempla una secuencia de pasos ordenados y sistematizados para generar nuevos conocimientos.

En tal sentido, el desarrollo de esta investigación consideró los pasos establecidos por el método científico, el cual inicia con la observación, sigue con el planteamiento del problema, formulación de hipótesis, la experimentación y finaliza con las conclusiones.

### **4.2. Tipo de investigación**

El desarrollo de la presente de investigación contempló un tipo de aplicada, pues según Del Cid, Sandoval y Sandoval (2007), este tipo de investigación busca utilizar el conocimiento ya existente para proponer alternativas de solución ante problemas prácticos.

Es bajo este fundamento que, para el desarrollo del presente trabajo de investigación se consideró teorías ya propuestas, como los métodos para la determinación de los límites de consistencia, la compactación de suelos y su implicancia en la capacidad de soporte del suelo mediante el uso de índice de CBR; todo esto con la finalidad de poder establecer si la adición de soda caustica mejorar las propiedades de suelos finos, pues sería una opción más económica con la cual se puede mejorar las propiedades de los suelos, en vez de sustituirlos parcial o totalmente.

### **4.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación que se consideró para el desarrollo fue el explicativo, pues según fundamenta Hernández, Fernández y Baptista (2014), en este nivel de investigación se busca establecer las causa y efectos entre las variables consideradas; es decir, mediante el desarrollo de la tesis se buscó establecer una relación de causa y efecto entre las variables “hidróxido sódico” y “propiedades de suelos finos”.

### **4.4. Diseño de la investigación**

El diseño que fue aplicado en el desarrollo de esta tesis correspondió al experimental, pues según lo establecido por Hernández et al. (2014), en este diseño se manipula de manera intencional la variable, para posteriormente compararlos entre los grupos de control.

En tal sentido, el desarrollo de la presente investigación manipuló de manera intencional a la variable “hidróxido sódico” y se midió su efecto en las propiedades de suelos finos, para posteriormente establecer comparaciones entre las diferentes proporciones y un suelo fino de fundación.

### **4.5. Población y muestra**

#### **4.5.1. Población**

La población correspondió al suelo de subrasante de la calle José Olaya, en el centro poblado de Miluchaca, distrito de Sapallanga en la provincia de Huancayo del departamento de Junín.

#### **4.5.2. Muestra**

Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra fue el suelo extraído por medio de una calicata en la calle José Olaya, cuya ubicación se denotó en la Figura 1; asimismo, a continuación en la Tabla 3 se tiene el número de mediciones que se realizó por cada una de las propiedades, tales como granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación, CBR, pH, cantidad de sulfatos y cloruros.

Tabla 3. Muestra de la investigación.

Muestra	Granulometría	Límite líquido	Límite plástico	Compactación
Suelo fino de fundación	3	3	3	3
Suelo + 8 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 10 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 12 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 14 % NaOH	3	3	3	3
Muestra	CBR	pH	Cantidad de sulfatos	Cantidad de cloruros
Suelo fino de fundación	3	3	3	3
Suelo + 8 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 10 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 12 % NaOH	3	3	3	3
Suelo + 14 % NaOH	3	3	3	3

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

##### 4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Cada uno de los datos fueron recolectados por medio de la técnica de la observación experimental, la cual fue controlada permitiendo así contar con la información necesaria de los ensayos.

#### 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron fichas donde se registró los valores de la granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad), CBR, pH y la cantidad de sulfatos y cloruros.

Dentro de las técnicas descriptivas de análisis de datos se consideró al promedio aritmético y la variación porcentual; a diferencia de las técnicas inferenciales donde se consideró la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la comparación de grupos por medio del estadístico de ANOVA de un factor, esto debido a que los datos presentaron una distribución normal.

Los datos obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos fueron plasmados en el programa Microsoft Excel, donde se procedió a ordenarlos por medio de tablas y figuras.

Ordenados los datos se continuó con procesarlos en el programa SPSS, para determinar así las diferencias entre los grupos, es decir, el suelo fino de fundación, suelo con 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

El desarrollo de la presente investigación, ha considerado datos confiables y viables, por lo que la investigación realizada ha considerado datos verídicos.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Descripción de resultados

#### 5.1.1. El hidróxido sódico en las propiedades físicas de los suelos finos para subrasante

##### Granulometría en suelo fino de fundación (SF)

En la Tabla 4, se expresan los valores de la caracterización granulométrica de la muestra M – 1 del suelo, donde el material pasante de los tamices N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 fue 100.0, 96.0, 92.6, 91.2, 89.5, 83.5 y 75.6 % respectivamente.

Tabla 4. Granulometría de la M - 1 del suelo fino de fundación (M<sub>1</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0	0.0	100.0
N° 10	2	74	4.0	96.0
N° 20	0.85	63	7.4	92.6
N° 40	0.43	25	8.8	91.2
N° 60	0.25	32	10.5	89.5
N° 100	0.15	112	16.5	83.5
N° 200	0.08	145	24.4	75.6
Fondo		1399	100.0	0.0
Total		1850	100.0	100.0

Igualmente, en la Tabla 5 están presentados los resultados del análisis granulométrico de la muestra M – 2 del suelo fino de fundación, donde el material pasante por los tamices de 3/8”, N° 4, N°10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 fue de 100.0, 99.2, 94.6, 90.6, 87.4, 86.5, 79.9 y 75.3 % para cada tamiz respectivamente.

Tabla 5. Granulometría de la M - 2 del suelo fino de fundación (M<sub>2</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	100.0
N° 4	4.75	15	0.8	99.2
N° 10	2	85	5.4	94.6
N° 20	0.85	74	9.4	90.6
N° 40	0.43	60	12.6	87.4
N° 60	0.25	15	13.5	86.5
N° 100	0.15	123	20.1	79.9
N° 200	0.08	85	24.7	75.3
Fondo		1393	100.0	0.0
Total		1850	100.0	100.0

De la misma forma, en la Tabla 6 se exponen las características granulométricas de la muestra M – 3 del suelo, con material pasante por las mallas 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 de 100, 97.8, 93.2, 89.3, 87.6, 86.6, 85.6 y 85.5 % respectivamente.

Tabla 6. Granulometría de la M - 3 del suelo fino de fundación (M<sub>3</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	100.0
N° 4	4.75	36	2.2	97.8
N° 10	2	74	6.8	93.2
N° 20	0.85	62	10.7	89.3
N° 40	0.43	28	12.4	87.6
N° 60	0.25	17	13.4	86.6
N° 100	0.15	15	14.4	85.6
N° 200	0.08	2	14.5	85.5
Fondo		1380	100.0	0.0
Total		1614	100.0	100.0

En esa misma línea, en la Figura 6 se expresa de manera gráfica la comparación de los porcentajes de material pasante respecto a los tamices estandarizados de las tres muestras evaluadas del suelo fino de fundación.

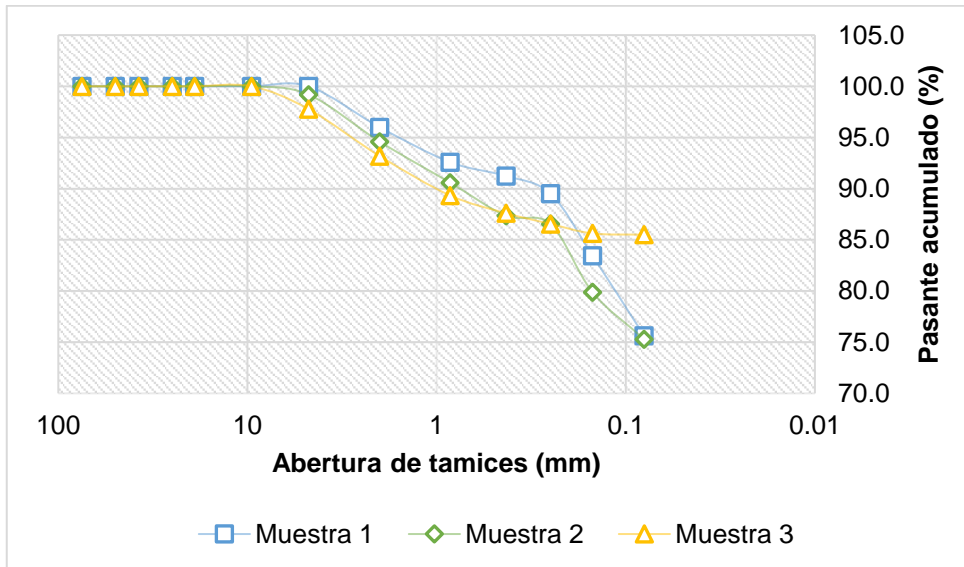


Figura 6. Granulometría de las muestras del suelo.

### Granulometría del suelo fino de fundación + 8 % de hidróxido sódico (MF1)

Al igual que en las muestras de suelo fino de fundación, en la Tabla 7 se observa la caracterización granulométrica de la muestra M - 1 del suelo + 8 % de hidróxido sódico, destacando los valores de material pasante de los tamices ¾", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 con porcentajes de 100.0, 97.7, 83.7, 72.6, 67.3, 63.6, 61.0, 58.8 y 58.3 % respectivamente.

Tabla 7. Granulometría de la M - 1 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M<sub>1</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	55	2.3	97.7
N° 4	4.75	334	16.3	83.7
N° 10	2	265	27.4	72.6
N° 20	0.85	125	32.7	67.3
N° 40	0.43	89	36.4	63.6
N° 60	0.25	62	39.0	61.0
N° 100	0.15	52	41.2	58.8
N° 200	0.08	12	41.7	58.3
Fondo		1389	100.0	0.0
Total		2383	100.0	100.0



En la Tabla 8, están adjuntados los resultados del análisis granulométrico realizado a la muestra M – 2 del suelo + 8 % de hidróxido sódico, con los porcentajes de pasantes de 100.0, 96.9, 84.2, 70.4, 66.6, 63.9, 62.8, 61.4 y 60.9 % para los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 respectivamente.

Tabla 8. Granulometría de la M - 2 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M<sub>2</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	71	3.1	96.9
N° 4	4.75	289	15.8	84.2
N° 10	2	315	29.6	70.4
N° 20	0.85	85	33.4	66.6
N° 40	0.43	63	36.1	63.9
N° 60	0.25	25	37.2	62.8
N° 100	0.15	32	38.6	61.4
N° 200	0.08	10	39.1	60.9
Fondo		1387	100.0	0.0
Total		2277	100.0	100.0

Así mismo, en la Tabla 9 se encuentra las características granulométricas de la muestra M – 3 del suelo + 8 % de hidróxido sódico, con resultados del porcentaje de material pasante para los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 de 100.0, 95.6, 81.0, 71.3, 67.5, 66.0, 64.9, 63.3 y 62.4 % respectivamente.

Tabla 9. Granulometría de la M - 3 del suelo + 8 % de hidróxido sódico (M<sub>3</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	98	4.4	95.6
N° 4	4.75	325	19.0	81.0
N° 10	2	215	28.7	71.3
N° 20	0.85	85	32.5	67.5
N° 40	0.43	33	34.0	66.0
N° 60	0.25	25	35.1	64.9
N° 100	0.15	35	36.7	63.3
N° 200	0.08	20	37.6	62.4
Fondo		1387	100.0	0.0
Total		2223	100.0	100.0

Finalmente, en la Figura 7 se encuentran graficados los resultados de los ensayos de análisis granulométrico de las tres muestras de suelo + 8 % de hidróxido sódico respecto al porcentaje de material pasante de los tamices estandarizados descritos anteriormente.

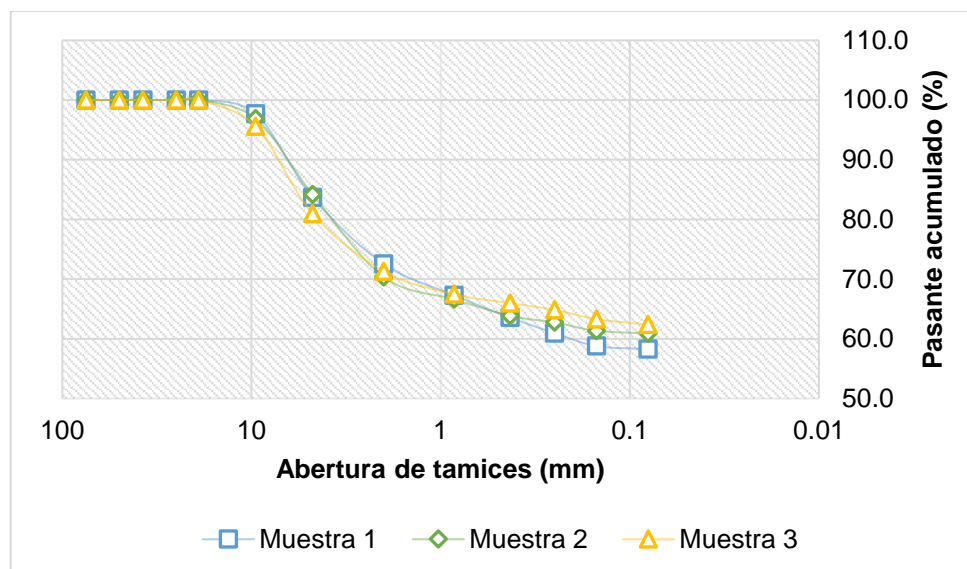


Figura 7. Granulometría de las muestras del suelo + 8 % de hidróxido sódico.

### **Granulometría del suelo fino de fundación + 10 % de hidróxido sódico (MF2)**

En la Tabla 10, se encuentra la caracterización granulométrica de la muestra M – 1 del suelo + 10 % de hidróxido sódico, con porcentajes de material pasante para los tamices de 3/4”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 del 100.0, 92.2, 77.5, 67.4, 59.3, 56.2, 55.7, 55.4 y 55.4 % para cada tamiz respectivamente.

Tabla 10. Granulometría de la M – 1 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M<sub>1</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	165	7.8	92.2
N° 4	4.75	315	22.5	77.5
N° 10	2	213	32.6	67.4
N° 20	0.85	174	40.7	59.3
N° 40	0.43	65	43.8	56.2
N° 60	0.25	12	44.3	55.7
N° 100	0.15	5	44.6	55.4
N° 200	0.08	1	44.6	55.4
Fondo		1179	100.0	0.0
Total		2129	100.0	100.0

En la Tabla 11, están expuestos los resultados de los análisis granulométricos de la muestra M – 2 del suelo + 10 % de hidróxido sódico, con material pasante de 100.0, 97.8, 84.6, 73.4, 65.0, 60.0, 59.4, 59.2 y 59.1 % para los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 respectivamente.

Tabla 11. Granulometría de la M – 2 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M<sub>2</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
¾"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	45	2.2	97.8
N° 4	4.75	275	15.4	84.6
N° 10	2	233	26.6	73.4
N° 20	0.85	174	35.0	65.0
N° 40	0.43	105	40.0	60.0
N° 60	0.25	12	40.6	59.4
N° 100	0.15	5	40.8	59.2
N° 200	0.08	1	40.9	59.1
Fondo		1229	100.0	0.0
Total		2079	100.0	100.0

Del mismo modo, en la Tabla 12, se presenta la caracterización granulométrica de la muestra M – 3 del suelo + 10 % de hidróxido sódico, donde el porcentaje de material pasante para los tamices ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 fue de 100.0, 96.9, 82.4, 71.6, 65.9, 63.3, 61.6, 60.3 y 59.8 % respectivamente.

Tabla 12. Granulometría de la M – 3 del suelo + 10 % de hidróxido sódico (M<sub>3</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
¾"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	62	3.1	96.9
N° 4	4.75	285	17.6	82.4
N° 10	2	213	28.4	71.6
N° 20	0.85	112	34.1	65.9
N° 40	0.43	52	36.7	63.3
N° 60	0.25	34	38.4	61.6
N° 100	0.15	25	39.7	60.3
N° 200	0.08	10	40.2	59.8
Fondo		1180	100.0	0.0
Total		1973	100.0	100.0

Finalmente, y al igual que los demás resultados, en la Figura 8 se encuentra la comparación del porcentaje de material pasante de las tres muestras evaluadas del suelo + 10 % de hidróxido sódico respecto a la abertura de los tamices estandarizados utilizados para la evaluación.

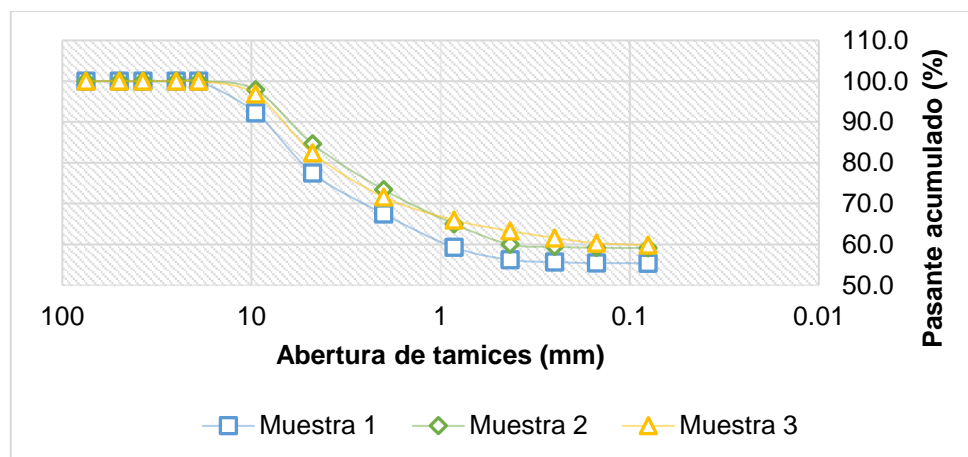


Figura 8. Granulometría de las muestras del suelo + 10 % de hidróxido sódico.

### Granulometría del suelo de fundación + 12 % de hidróxido sódico (MF3)

Los resultados de la caracterización granulométrica de la muestra M – 1 del suelo + 12 % de hidróxido sódico están adjuntados en la Tabla 13, donde los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 presentaron material pasante en 100.0, 97.1, 82.8, 70.2, 66.0, 63.8, 62.2, 61.2 y 61.2 % respectivamente.

Tabla 13. Granulometría de la M – 1 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M<sub>1</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	65	2.9	97.1
N° 4	4.75	326	17.2	82.8
N° 10	2	285	29.8	70.2
N° 20	0.85	95	34.0	66.0
N° 40	0.43	51	36.2	63.8
N° 60	0.25	36	37.8	62.2
N° 100	0.15	21	38.8	61.2
N° 200	0.08	2	38.8	61.2
Fondo		1387	100.0	0.0
Total		2268	100.0	100.0

En la Tabla 14, se encuentran los resultados del análisis granulométrico realizado a la muestra M – 2 del suelo + 12 % de hidróxido sódico, donde se tienen cantidades de pasantes del 100.0, 92.7, 77.0, 63.9, 60.3, 57.4, 54.9, 52.8 y 51.8 % en los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 respectivamente.

Tabla 14. Granulometría de la M – 2 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M<sub>2</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	153	7.3	92.7
N° 4	4.75	331	23.0	77.0
N° 10	2	275	36.1	63.9
N° 20	0.85	75	39.7	60.3
N° 40	0.43	62	42.6	57.4
N° 60	0.25	52	45.1	54.9
N° 100	0.15	43	47.2	52.8
N° 200	0.08	21	48.2	51.8
Fondo		1089	100.0	0.0
Total		2101	100.0	100.0

De igual modo en la Tabla 15, se encuentra la caracterización granulométrica de la muestra M – 3 del suelo + 12 % de hidróxido sódico los cuales muestran las cantidades de material pasante de 100.0, 97.5, 83.8, 71.6, 63.8, 60.8, 58.4, 56.2 y 55.7 % correspondiente a los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200.

Tabla 15. Granulometría de la M – 3 del suelo + 12 % de hidróxido sódico (M<sub>3</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	62	2.5	97.5
N° 4	4.75	341	16.2	83.8
N° 10	2	301	28.4	71.6
N° 20	0.85	195	36.2	63.8
N° 40	0.43	74	39.2	60.8
N° 60	0.25	61	41.6	58.4
N° 100	0.15	53	43.8	56.2
N° 200	0.08	12	44.3	55.7
Fondo		1384	100.0	0.0
Total		2483	100.0	100.0

Por último, en la Figura 9 se expresa gráficamente la comparación del porcentaje pasante para los tamices usados en el ensayo para las tres muestras del suelo + 12 % de hidróxido sódico.

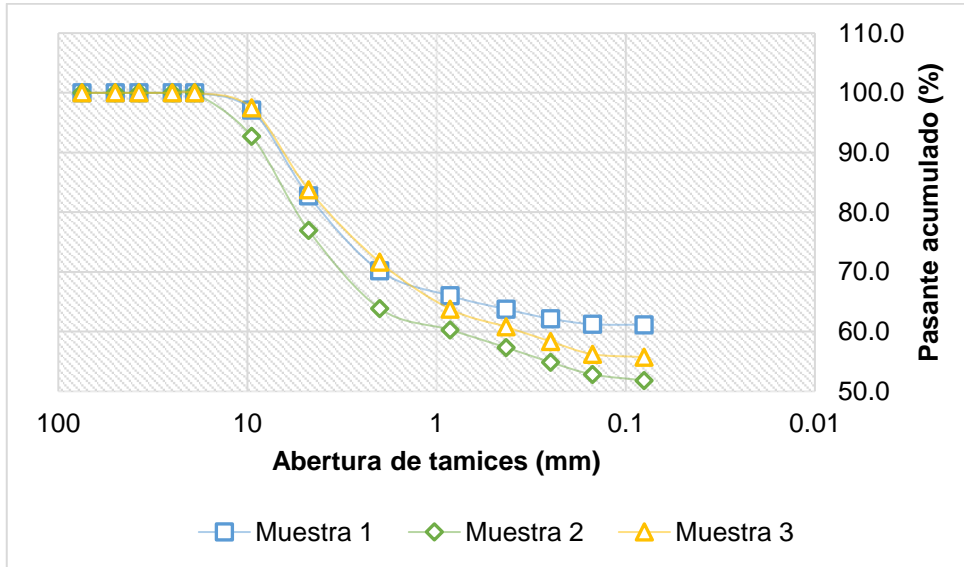


Figura 9. Granulometría de los suelos + 12 % de hidróxido sódico.

#### Granulometría del suelo + 14 % de hidróxido sódico (MF4)

Por otro lado, en la Tabla 16 se adjuntan los resultados de la caracterización granulométrica de la muestra M – 1 del suelo + 14 % de hidróxido sódico donde los tamices ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 tienen porcentajes de pasantes del 100.0, 92.6, 78.3, 66.5, 61.5, 58.8, 57.3, 56.1 y 55.4 % respectivamente.

Tabla 16. Granulometría de la M – 1 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M<sub>1</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	172	7.4	92.6
N° 4	4.75	332	21.7	78.3
N° 10	2	274	33.5	66.5
N° 20	0.85	115	38.5	61.5
N° 40	0.43	62	41.2	58.8
N° 60	0.25	35	42.7	57.3
N° 100	0.15	28	43.9	56.1
N° 200	0.08	17	44.6	55.4
Fondo		1284	100.0	0.0
Total		2319	100.0	100.0

En la Tabla 17, se muestran los resultados de la muestra M – 2 del suelo + 14 % de hidróxido sódico para los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 se tienen valores de materiales pasantes de 10.0, 91.0, 77.3, 68.2, 62.4, 57.9, 54.5, 52.0 y 51.6 % para cada tamiz respectivamente.

Tabla 17. Granulometría de la M – 2 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M<sub>2</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	222	9.0	91.0
N° 4	4.75	341	22.7	77.3
N° 10	2	225	31.8	68.2
N° 20	0.85	145	37.6	62.4
N° 40	0.43	110	42.1	57.9
N° 60	0.25	85	45.5	54.5
N° 100	0.15	62	48.0	52.0
N° 200	0.08	10	48.4	51.6
Fondo		1280	100.0	0.0
Total		2480	100.0	100.0

En la Tabla 18, están las características granulométricas de la muestra M – 3 del suelo + 14 % de hidróxido sódico, donde se resaltan los resultados del porcentaje de pasante para los tamices de ¾”, 3/8”, N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200 con 100.0, 97.5, 83.8, 72.6, 67.0, 62.5, 59.2, 57.0 y 56.6 % respectivamente.

Tabla 18. Granulometría de la M – 3 del suelo + 14 % de hidróxido sódico (M<sub>3</sub>).

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3"	75	0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	100.0
3/8"	9.5	62	2.5	97.5
N° 4	4.75	334	16.2	83.8
N° 10	2	274	27.4	72.6
N° 20	0.85	135	33.0	67.0
N° 40	0.43	110	37.5	62.5
N° 60	0.25	81	40.8	59.2
N° 100	0.15	53	43.0	57.0
N° 200	0.08	12	43.4	56.6
Fondo		1381	100.0	0.0
Total		2442	100.0	100.0

En Figura 10, se presentan las características granulométricas comparadas de las tres muestras de suelo + 14 % de hidróxido sódico del material pasante y la abertura de los tamices estandarizados del ensayo realizado.

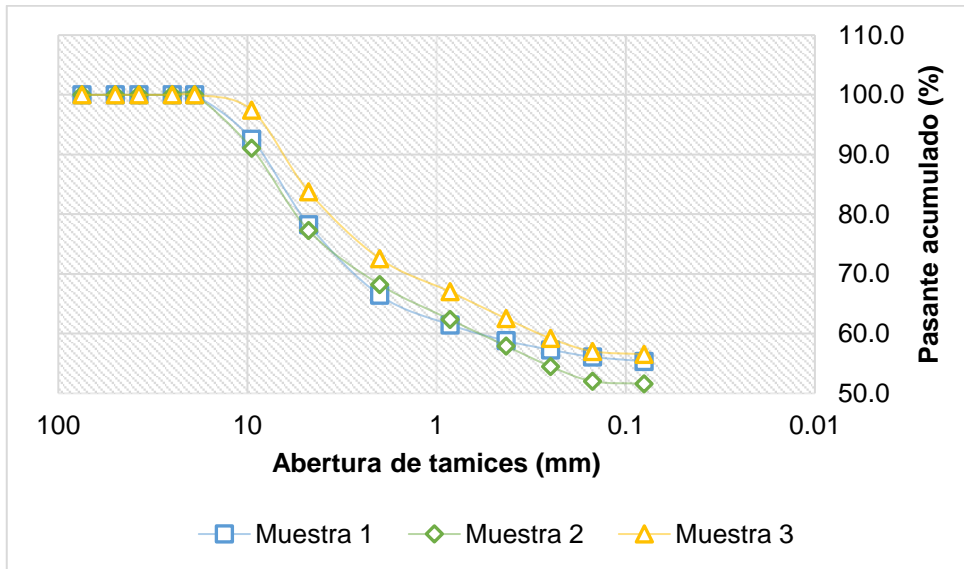


Figura 10. Granulometría de los suelos + 14 % de hidróxido sódico.

A partir de los resultados del análisis granulométrico, en la Tabla 19 se encuentran plasmados a manera de resumen los grupos de material que conforman los suelos estudiados, aquí resalta la alta conformación de finos en todos los grupos de suelos señalando por ejemplo que el menor valor de conformación de finos le pertenece a la muestra M – 2 del suelo + 14 % de hidróxido sódico con 51.6 %.

Tabla 19. Resultados de la granulometría de los suelos.

Grupos	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)
Suelo fino de fundación	0	24.4	75.6
	0.8	23.9	75.3
	2.2	12.3	85.5
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	19	18.6	62.4
	16.3	25.4	58.3
	15.8	23.3	60.9
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	22.5	22.1	55.4
	15.4	25.5	59.1
	17.6	22.6	59.8
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	17.2	21.6	61.2
	23	25.1	51.8
	16.2	28	55.7
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	21.7	22.9	55.4
	22.7	25.7	51.6
	16.2	27.2	56.6

Así mismo, en la Tabla 20 se presentan los valores de variación existente respecto a la presencia de gravas entre el suelo fino de fundación y los suelos con presencia de



hidróxido sódico, notándose grandes variaciones debido al gran aumento de gravas en las muestras relacionado directamente con la presencia hidróxido sódico.

Tabla 20. Promedio y variación de las gravas en los suelos.

<b>Cantidad de hidróxido sódico (%)</b>	<b>Gravas (%)</b>	<b>Variación (%)</b>
0	1.00	0
8	17.03	1603.33
10	18.50	1750.00
12	18.80	1780.00
14	20.20	1920.00

Del mismo modo, en la Tabla 21 están expuestas las variaciones debido a los cambios de la cantidad de arenas consecuencia directa de la relación que existe entre la presencia de partículas de gran tamaño con el aumento en la cantidad de hidróxido sódico en los suelos.

Tabla 21. Promedio y variación de las arenas en los suelos.

<b>Cantidad de hidróxido sódico (%)</b>	<b>Arenas (%)</b>	<b>Variación (%)</b>
0	20.20	0
8	22.43	11.06
10	23.40	15.84
12	24.90	23.27
14	25.27	25.08

En esa misma línea, en la Tabla 22, se muestran los valores de variación entre los suelos estudiados respecto al porcentaje de finos presentes en las muestras de suelo, a diferencia de los materiales de mayor tamaño aquí las variaciones son negativas, debido a que las proporciones de finos son reducidas en comparación con las gravas y arenas presentes en los suelos estudiados.

Tabla 22. Promedio y variación de los finos en los suelos.

<b>Cantidad de hidróxido sódico (%)</b>	<b>Finos (%)</b>	<b>Variación (%)</b>
0	78.80	0
8	60.53	-23.18
10	58.10	-26.27
12	56.23	-28.64
14	54.53	-30.80

A partir de los resultados de la composición granulométrica, en la Figura 11 se expresan los valores porcentuales de la composición de grava, arena y material fino para las muestras de suelo de acuerdo a la cantidad de hidróxido sódico presente en las muestras.

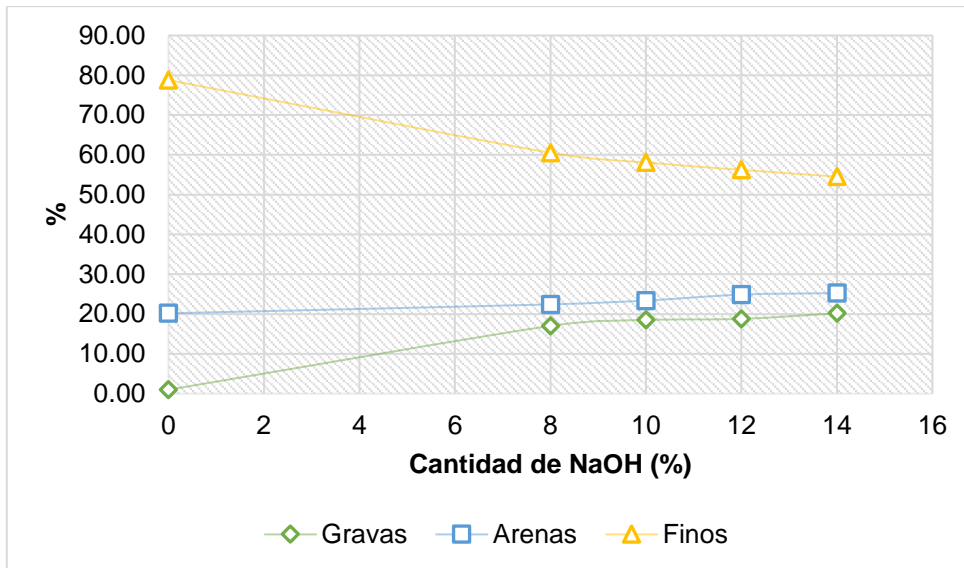


Figura 11. Granulometría de los suelos con hidróxido sódico.

Igualmente, en la Figura 12 se presenta el gráfico de la variación de las gravas en los suelos con hidróxido sódico respecto al suelo fino de fundación, donde se puede notar con mayor claridad la tremenda variación existente de la presencia del material grueso en los suelos a medida que aumenta la cantidad de hidróxido sódico.

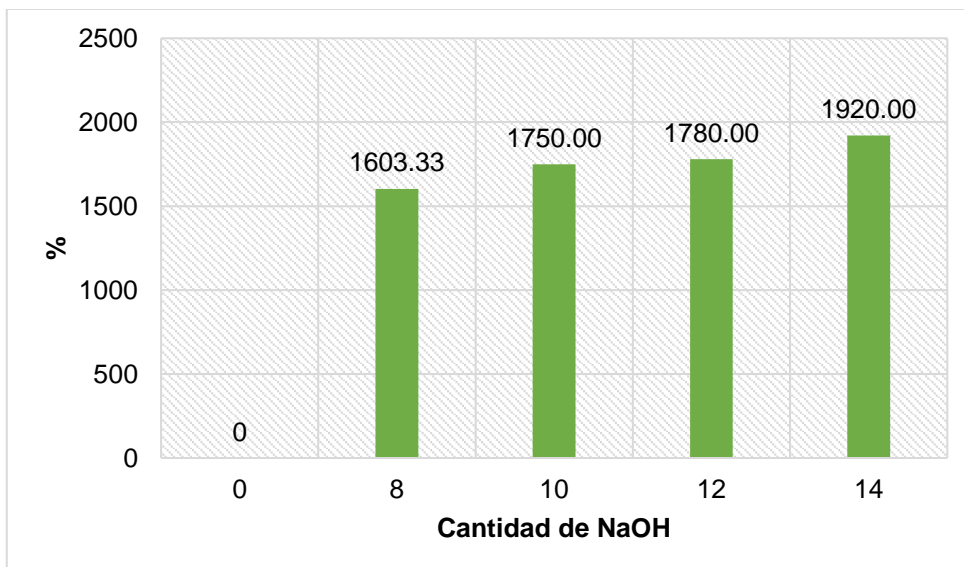


Figura 12. Variación de las gravas de los suelos con hidróxido sódico.

En la Figura 13, se encuentran los resultados de variación del porcentaje de arena en las muestras con hidróxido sódico donde se notan aumentos de las proporciones de arena dependientes directamente de la cantidad de hidróxido sódico añadido en el suelo.

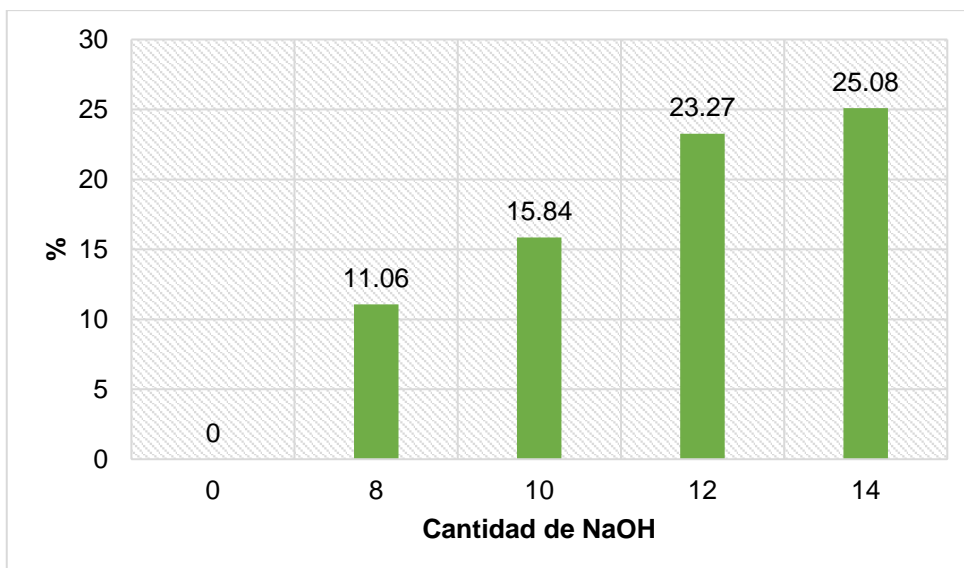


Figura 13. Variación de las arenas de los suelos con hidróxido sódico.

Finalmente, en la Figura 14 se expresan gráficamente los valores de variación de los finos en los suelos analizados, aquí se observa también la relación directa que existe entre la reducción del porcentaje de finos y la cantidad de hidróxido sódico presente.

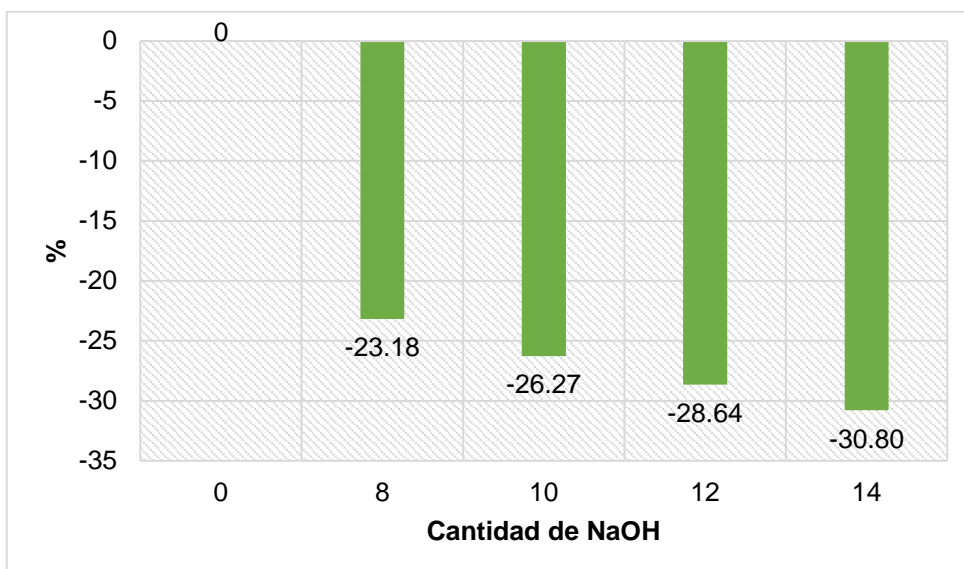


Figura 14. Variación de los finos de los suelos con hidróxido sódico.

### Límites de consistencia

Los resultados de los ensayos de los límites de Atterberg son mostrados en la Tabla 23 donde podemos apreciar cambios significativos de estos valores con la adición de hidróxido sódico al suelo a partir del uso de proporciones mayores al 8 %.

Tabla 23. Resultados de la consistencia de los suelos.

Grupos	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Suelo fino de fundación	41.5	22.5	19
	40.2	19.6	20.6
	42.3	17.6	24.7
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	40.7	21.8	18.9
	39.7	19.5	20.2
	41.4	20.5	20.9
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	38	22.7	15.3
	37	23.7	13.3
	37.2	21.6	15.6
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	34.7	23.3	11.4
	31.7	24	7.7
	33.5	24.1	9.4
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	31.9	25.8	6.1
	28.7	24.9	3.8
	28.2	22.9	5.3

En la Tabla 24, se adjuntan los promedios y las variaciones de los resultados del límite líquido de las muestras de suelo con hidróxido sódico en comparación con el suelo fino de fundación, notándose la relación inversa entre la disminución del límite líquido con la cantidad de hidróxido sódico, llegando a reducirse hasta en un 28.39 % en los suelos con 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 24. Promedio y variación del límite líquido en los suelos.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Límite líquido (%)	Variación (%)
0	41.33	0
8	40.60	-1.77
10	37.40	-9.52
12	33.30	-19.44
14	29.60	-28.39

En la Tabla 25, se encuentran las variaciones de los promedios respecto al límite plástico en los suelos estudiados, donde se da cuenta del aumento de este valor relacionado con el aumento del hidróxido sódico llegan a variar hasta un 23.28 % en los suelos + 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 25. Promedio y variación del límite plástico en los suelos.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Límite plástico (%)	Variación (%)
0	19.90	0
8	20.60	3.52
10	22.67	13.90
12	23.80	19.60
14	24.53	23.28

Del mismo modo en la Tabla 26, se encuentran los promedios del índice de plasticidad y el porcentaje de variación de este factor de las muestras respecto a la cantidad de hidróxido sódico presente en las muestras de suelo analizadas teniendo una relación inversa.

Tabla 26. Promedio y variación del índice de plasticidad en los suelos.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Índice de plasticidad (%)	Variación (%)
0	21.43	0
8	20.00	-6.69
10	14.73	-31.26
12	9.50	-55.68
14	5.07	-76.36

En la Figura 15, están expresados de manera gráfica los valores de los límites de Atterberg y sus variaciones respecto al contenido de hidróxido sódico de todas las muestras de suelo analizadas, donde se puede apreciar la relación de la variación de estos valores con el aumento de hidróxido sódico en el suelo.

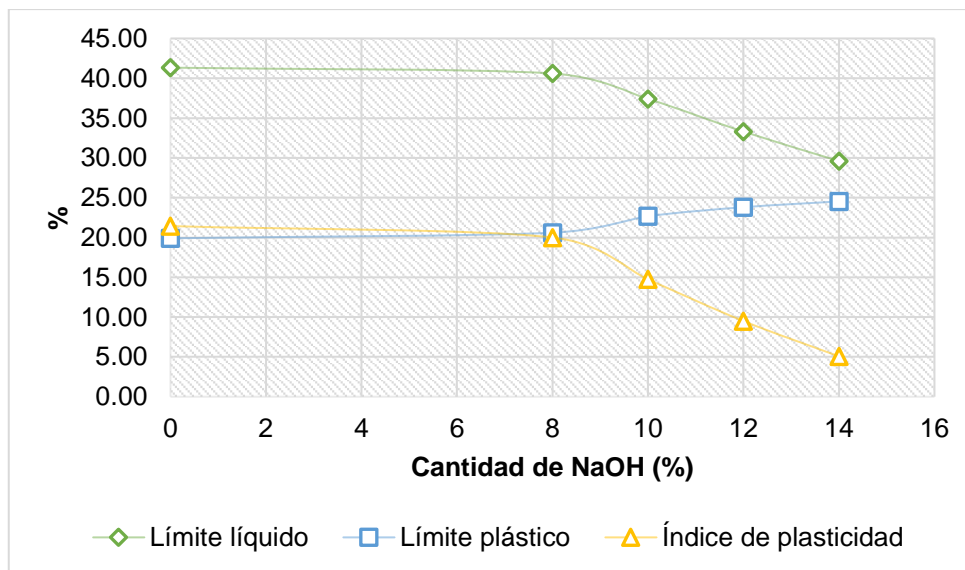


Figura 15. Límites de consistencia de los suelos con hidróxido sódico.

En consecuencia, en la Figura 16 se muestra gráficamente la reducción del límite líquido de las muestras de suelo analizadas donde se evidencia de manera clara la relación de los valores de límite líquido con cantidades de hidróxido sódico en proporciones mayores al 10 % donde ya presenta una reducción del parámetro del 9.52 %.

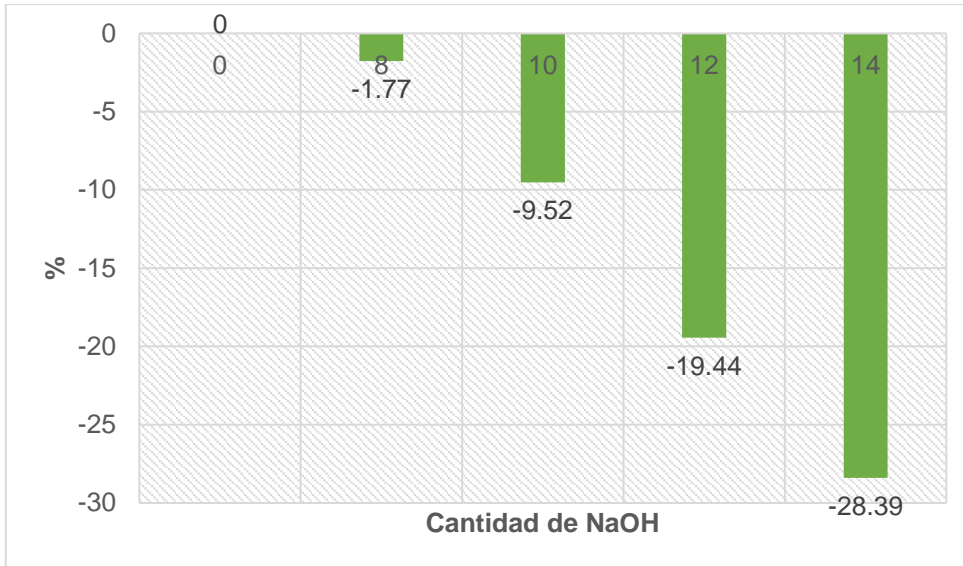


Figura 16. Variación del límite líquido en los suelos.

De igual forma en la Figura 17, se adjuntan los valores de variación del límite plástico de las muestras de suelo destacando el aumento de estos valores a medida que aumenta la cantidad de hidróxido sódico en especial a partir de dosificaciones del 10 % donde ya alcanza una variación del 13.90 %.

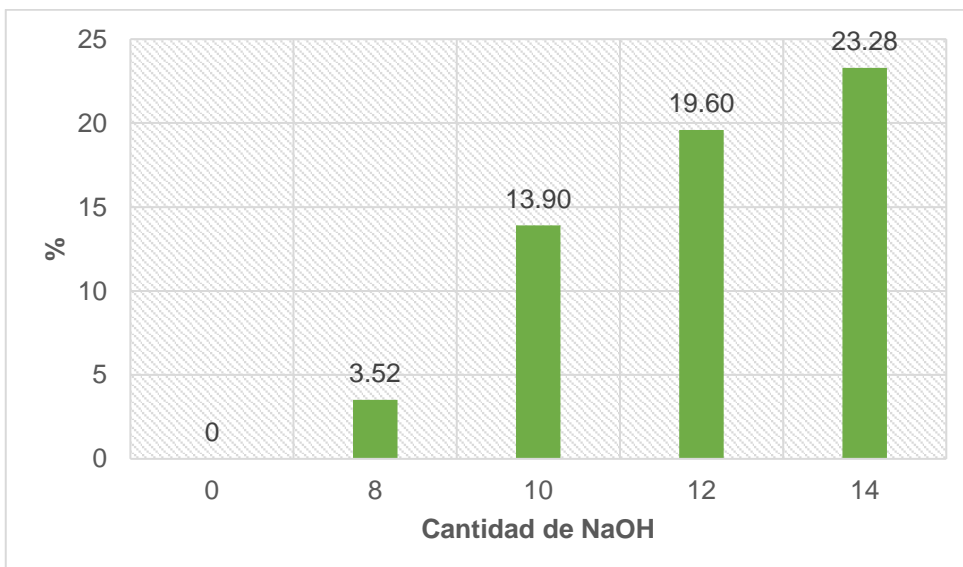


Figura 17. Variación del límite plástico en los suelos.

Para concluir con esta sección, en la Figura 18, se encuentran los valores de variación del índice de plasticidad de las muestras analizadas, del mismo modo que en

los demás ensayos se demuestra la alta influencia del hidróxido sódico en la variación de estos parámetros con proporciones que van más allá del 10 %.

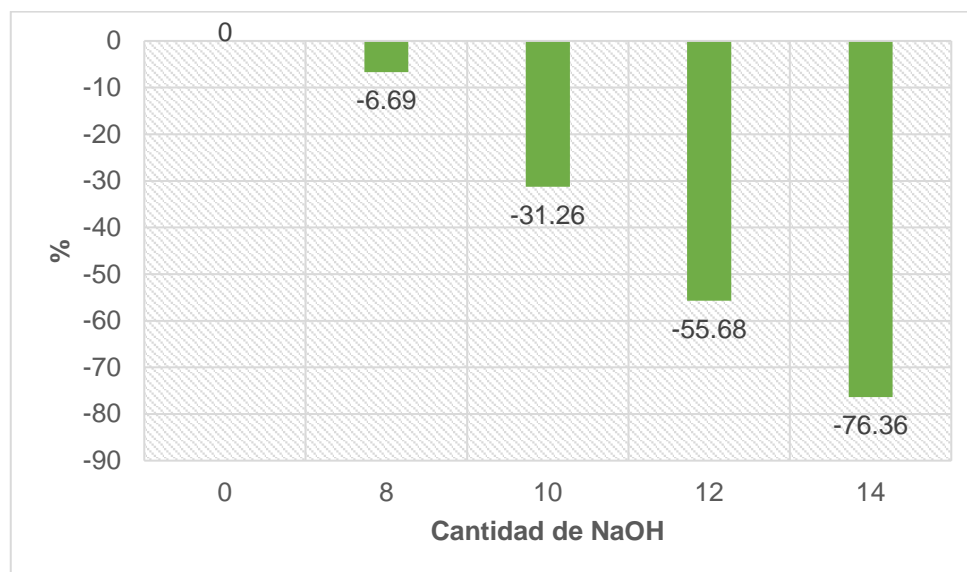


Figura 18. Variación del índice de plasticidad en los suelos.

### 5.1.2. El hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de los suelos finos para subrasante

#### Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad

Los resultados de los ensayos de laboratorio para la determinación de la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad de todas las muestras analizadas se encuentran en la Tabla 27.

Tabla 27. Resultados de la densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de los suelos.

Grupos	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad (%)
Suelo fino de fundación	1.757	15.33
	1.796	15.96
	1.787	17.05
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	1.76	15.88
	1.807	14.97
	1.786	16.1
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	1.83	14.84
	1.802	14.39
	1.825	15.19
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	1.833	13.6
	1.848	13.72
	1.839	14.45
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	1.884	12.06
	1.881	12.29
	1.872	12.35

A partir de estos resultados, en la Tabla 28 se encuentran los promedios obtenidos de los diferentes tipos de suelos analizados respecto a los resultados de la densidad máxima seca y la variación de estos parámetros relacionados directamente con el aumento de la cantidad de hidróxido sódico en el suelo, llegando a presentar una densidad promedio de hasta 1.88 g/cm<sup>3</sup> en los suelos + 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 28. Promedio y variación de la densidad máxima seca de los suelos.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> )	Variación (%)
0	1.78	0
8	1.78	0.24
10	1.82	2.19
12	1.84	3.37
14	1.88	5.56

Del mismo modo, en la Tabla 29 se adjuntan los promedios resultantes y las variaciones del óptimo contenido de humedad de los suelos analizados respecto al suelo fino de fundación, al igual que en los varios ensayos realizados aquí también se evidencia la reducción de este parámetro debido a la influencia directa que tiene la adición de hidróxido sódico en los suelos, yendo del 16.11 % en la mezcla fino de fundación hasta un valor promedio de 12.23 % en la mezcla de mayor cantidad de hidróxido sódico.

Tabla 29. Promedio y variación del óptimo contenido de humedad de los suelos.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Óptimo contenido de humedad (%)	Variación (%)
0	16.11	0
8	15.65	-2.88
10	14.81	-8.11
12	13.92	-13.59
14	12.23	-24.08

En la Figura 19, se expresan gráficamente los resultados de los ensayos de óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca, donde se aprecian variaciones principalmente en los valores correspondientes al parámetro del óptimo contenido de humedad influenciado por el aumento en la cantidad de hidróxido sódico en el suelo.



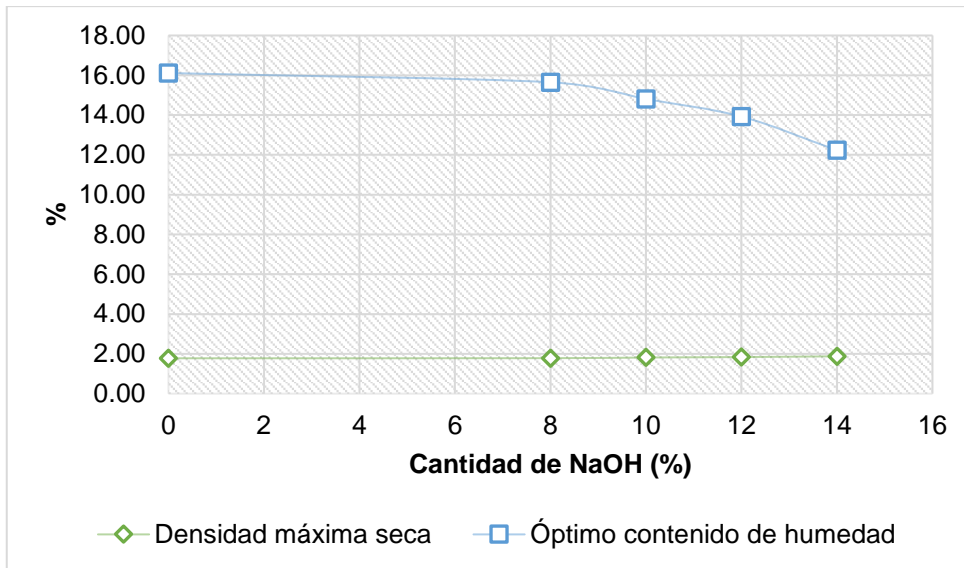


Figura 19. Densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad de los suelos con hidróxido sódico.

Por otro lado, en la Figura 20 se encuentran los valores de variación de la densidad máxima seca debido a la adición de hidróxido sódico en el suelo, se evidencia un aumento de los valores de este parámetro en relación a mayores proporciones de adición en el suelo especialmente con dosificaciones mayores al 10 % donde ya alcanza una variación del 2.19 %.

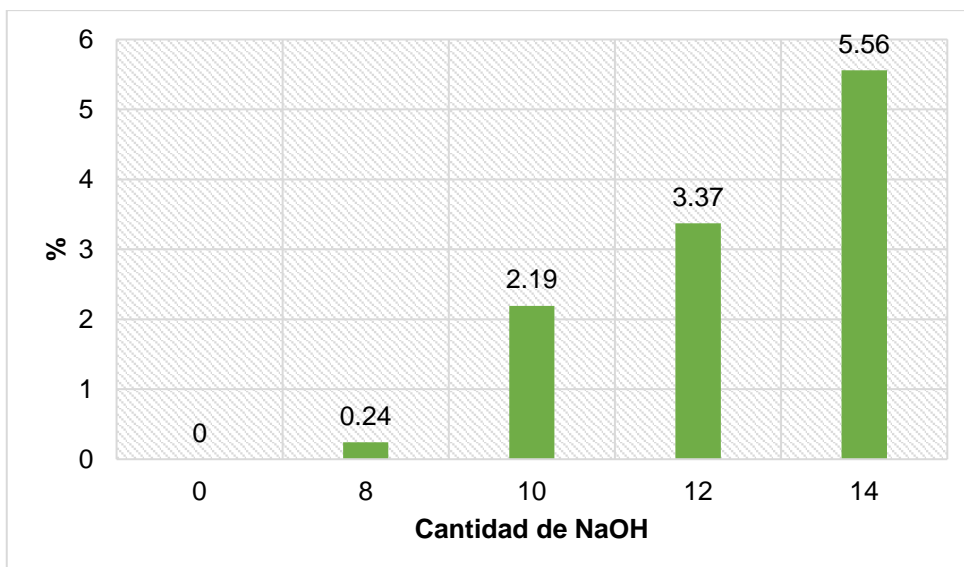


Figura 20. Variación de la máxima densidad seca de los suelos con hidróxido sódico.

Finalmente, en la Figura 21 se presenta la variación del óptimo contenido de humedad de las muestras de suelo con hidróxido sódico respecto al suelo fino de fundación fino de fundación, donde se evidencia claramente la tremenda reducción de este parámetro al aumentar la presencia del hidróxido sódico en el suelo llegando a reducirse desde un 2.88 % en los suelos + 8 % de hidróxido sódico hasta en un 24.08 %

en los suelos + 14 % de hidróxido sódico comparados con los resultados del suelo fino de fundación.

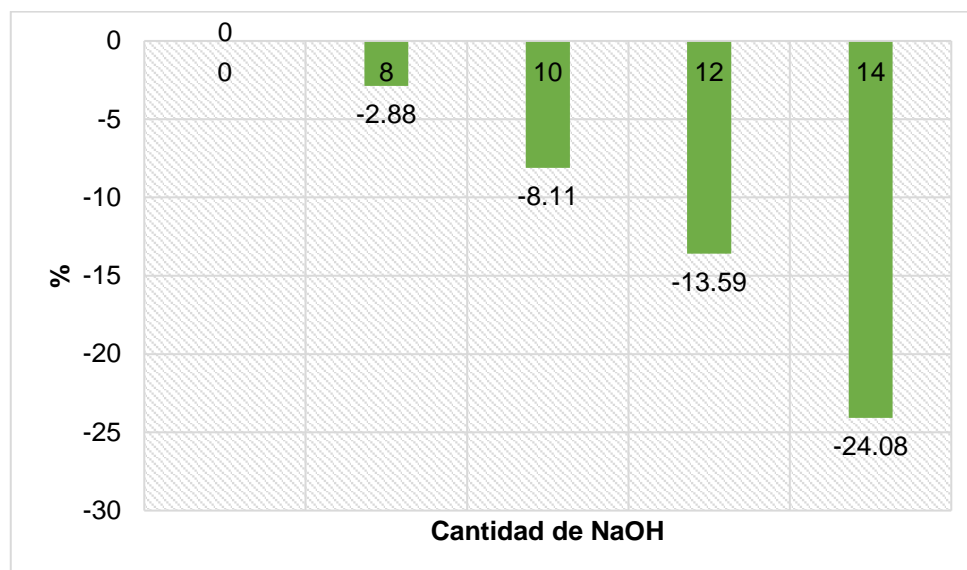


Figura 21. Variación del óptimo contenido de humedad de los suelos con hidróxido sódico.

### CBR al 95 % y 100 % de la densidad máxima seca

También se desarrolló en análisis de CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca, estos resultados se muestran en la Tabla 30 para todas las muestras de suelo evaluadas con el fin de determinar sus características para uso como subrasante.

Tabla 30. Resultados del CBR al 95 % y 100 % de la densidad máxima seca de los suelos.

Grupos	Al 95 % de la MDS	Al 100 % de la MDS
Suelo fino de fundación	2.03	3.27
	2.54	3.86
	3.29	5.46
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.37	5.49
	4.15	5.43
	3.54	5.43
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	5.11	6.62
	4.8	6.41
	5.92	7.84
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	8.6	10.85
	8.96	10.94
	10.72	13.74
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	13.64	16.64
	14.67	16.7
	13.57	16.76

En la Tabla 31, se expresan los promedios de los análisis del CBR al 95 % de la máxima densidad seca de todos los suelos analizados además de la variación de estos valores respecto al suelo fino de fundación, notándose la tremenda relación existente entre el aumento del valor de este parámetro con mayores cantidades de presencia de hidróxido

sódico en el suelo yendo de una variación del 40.71 % en dosificaciones del 8 % hasta una variación del 432.82 % en los suelos con 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 31. Promedio y variación del CBR al 95 % de la densidad máxima seca de los suelos.

<b>Cantidad de hidróxido sódico (%)</b>	<b>Al 95 % de la MDS</b>	<b>Variación (%)</b>
0	2.62	0
8	3.69	40.71
10	5.28	101.40
12	9.43	259.80
14	13.96	432.82

De igual forma, en la Tabla 32, se encuentran los promedios y variaciones del análisis del CBR al 100 % de la máxima densidad seca de todos los suelos, destacando de igual manera que con los análisis anteriores que existe una relación directa de estos parámetros con las cantidades de hidróxido sódico presentes en el suelo, pues tan solo con un 8 % de hidróxido sódico se obtiene una variación del 29.86 %, con un 10 % se obtiene 65.77 %, con una dosificación del 12 % se llega a una variación del 182.21 %, y llegando a un valor de 297.93 % de variación en los suelos + 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 32. Promedio y variación del CBR al 100 % de la densidad máxima seca de los suelos.

<b>Cantidad de hidróxido sódico (%)</b>	<b>Al 100 % de la MDS</b>	<b>Variación (%)</b>
0	4.20	0
8	5.45	29.86
10	6.96	65.77
12	11.84	182.21
14	16.70	297.93

A partir de estos resultados en la Figura 22 se expresan gráficamente los valores del CBR al 95 y 100 % de la máxima densidad seca respecto a la cantidad de hidróxido sódico contenido en los suelos analizados, de la misma manera podemos notar de forma más clara el crecimiento de estos valores relacionado con mayores cantidades de hidróxido sódico, aumentando más con dosificaciones superiores al 10 %.

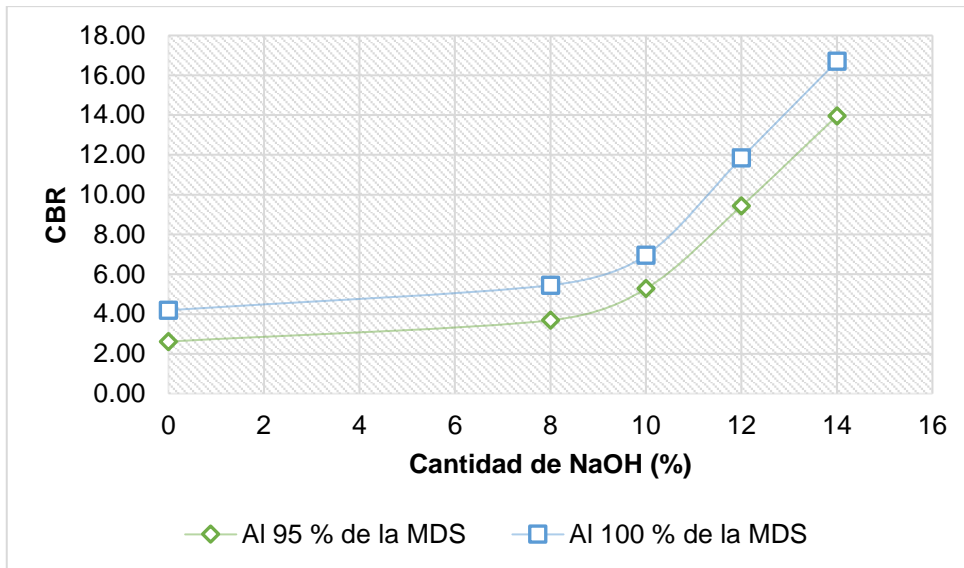


Figura 22. CBR al 95 % y 100 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.

En la Figura 23, se encuentran los porcentajes de variación respecto al CBR a 95 % de la densidad máxima seca del suelo debido a la influencia del hidróxido sódico en los suelos yendo de una variación del 40.71 % con cantidades del 8 % de hidróxido sódico, 101.40 % con 10 %, 259.80 % para dosificaciones del 12 % y hasta 432.82 % en los suelos con 14 % de hidróxido sódico.

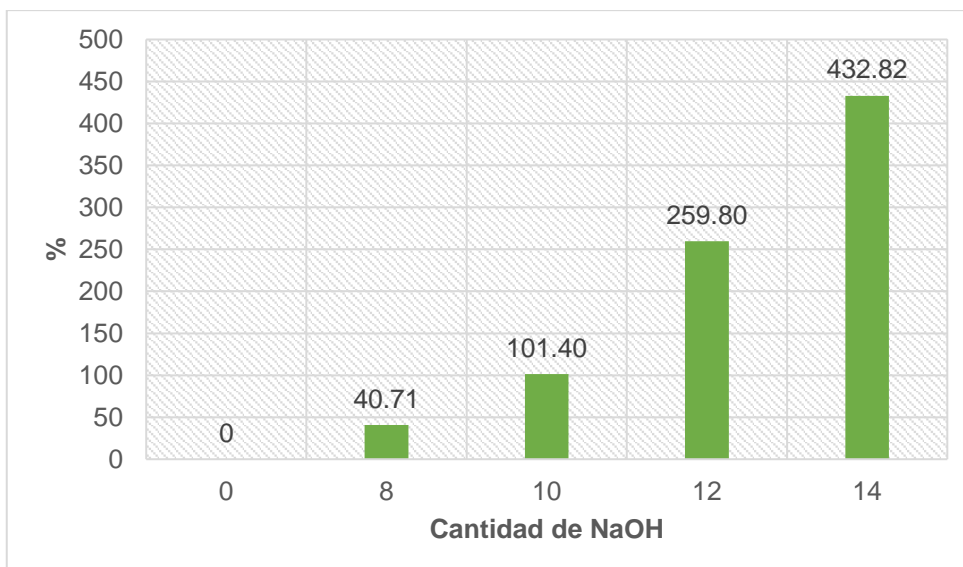


Figura 23. Variación del CBR al 95 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.

Por último, en la Figura 24 se adjuntan los valores de variación del análisis del CBR al 100 % de la densidad máxima seca de los suelos con las dosificaciones de hidróxido sódico estudiadas, de igual manera que en el análisis anterior se evidencia la relación directa entre mayores cantidades de hidróxido sódico y el aumento de este

parámetro de los suelos, llegando a tener una variación del 297.93 % en suelos con 14 % de hidróxido sódico.

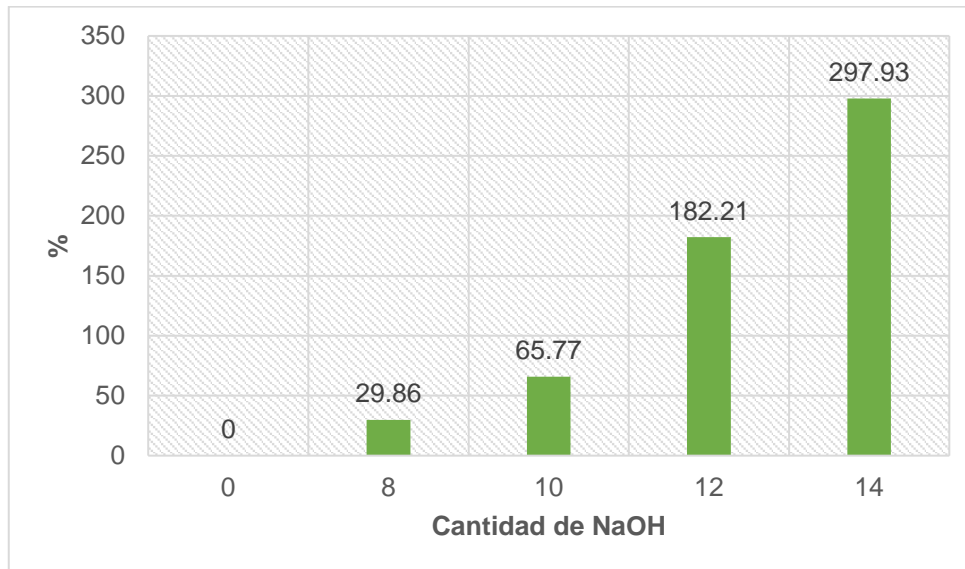


Figura 24. Variación del CBR al 100 % de la densidad máxima seca de los suelos con hidróxido sódico.

## 5.2. El hidróxido sódico en las propiedades químicas de los suelos finos para subrasante

### pH

En la Tabla 33 se encuentran los resultados del análisis de pH realizado a todas las muestras de suelo en el laboratorio, donde es clara la influencia del hidróxido sódico en el pH del suelo obteniendo valores de 14 para todos los casos, en comparación con los valores de las muestras del suelo fino de fundación con 8.3, 8.1 y 8.8.

Tabla 33. Resultados pH de los suelos con hidróxido sódico.

Grupos	pH
Suelo fino de fundación	8.3
	8.1
	8.8
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	14
	14
	14
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	14
	14
	14
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	14
	14
	14
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	14
	14
	14

En la Tabla 34 se tienen los valores promedio del pH de los suelos estudiados y las variaciones respecto al valor del suelo fino de fundación, el suelo fino de fundación obtuvo un pH promedio de 8.40, mientras que, al haberse obtenido valores de pH de 14 en los suelos alterados, la variación es de 66.67 % en todos los casos.

Tabla 34. Promedio y variación del pH de los suelos con hidróxido sódico.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	pH	Variación (%)
0	8.40	0
8	14.00	66.67
10	14.00	66.67
12	14.00	66.67
14	14.00	66.67

A partir de estos resultados, en la Figura 25, se representa de forma gráfica los valores de pH promedio para todas las clases de suelo en estudio, que va de 8.40 en el suelo fino de fundación al valor de 14 para los suelos con hidróxido sódico.

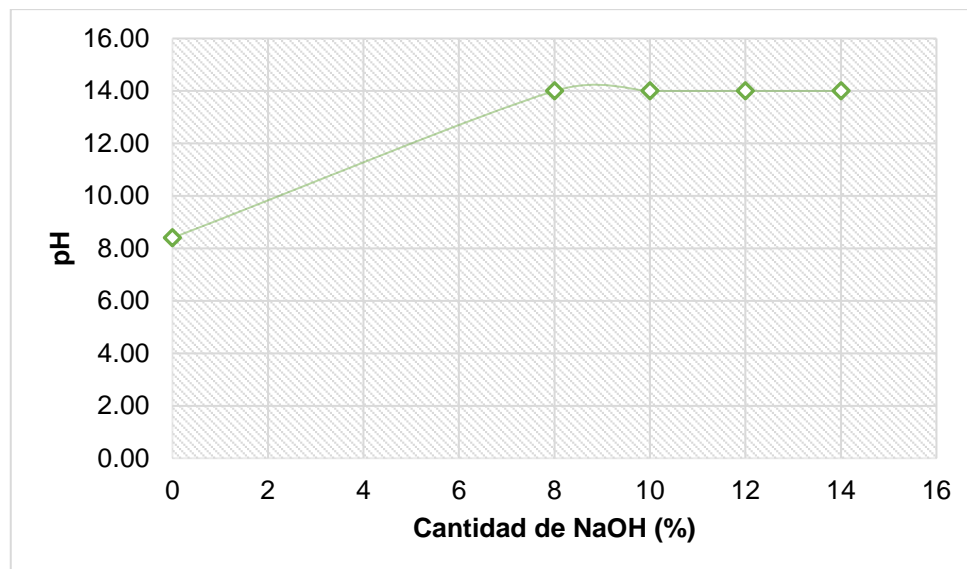


Figura 25. pH de los suelos con hidróxido sódico.

Por último, en la Figura 26 se encuentran los resultados del porcentaje de variación de pH de los suelos con hidróxido sódico con los suelos fino de fundación, como era de esperarse el valor es de 66.67 % para todos los casos.

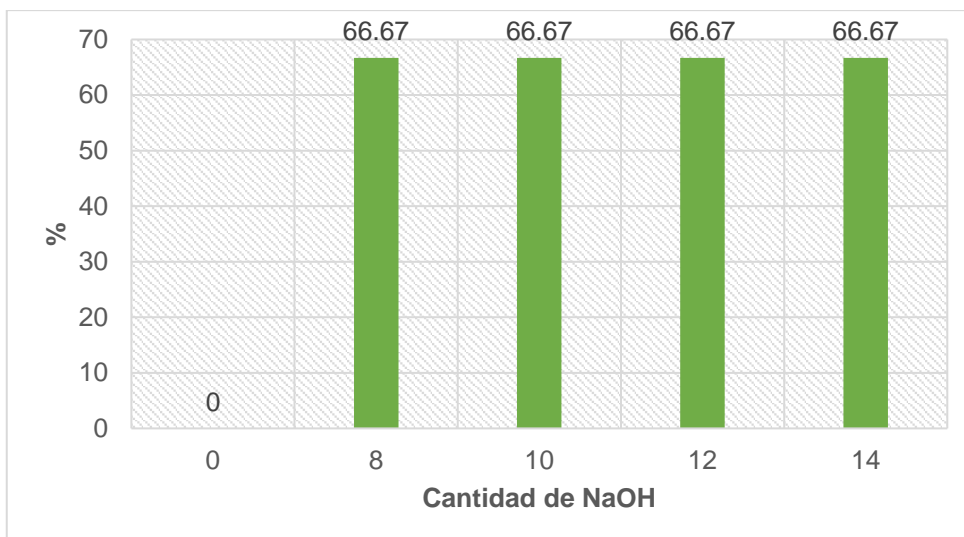


Figura 26. Variación del pH de los suelos con hidróxido sódico.

### Contenido de cloruros

En la Tabla 35, se adjuntan los resultados del análisis del contenido de cloruros donde se evidencia el aumento de esta sustancia a medida que aumenta la cantidad de hidróxido sódico, yendo de un valor de 13.4 mg/kg en el suelo fino de fundación a un valor máximo de 15 mg/kg en el suelo + 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 35. Resultados del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.

Grupos	Cloruros (mg/kg)
Suelo fino de fundación	13.4
	13.8
	14.1
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	13.9
	13.8
	14
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	14
	14.2
	14.1
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	14.2
	14.3
	14.4
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	14.5
	14.5
	15

Sumado a lo anterior, en la Tabla 36 se encuentran los promedios de los resultados del análisis de cantidad de cloruros presentes en las muestras de suelo con sus respectivas variaciones en contraste con las muestras de suelo fino de fundación. Aquí se comprueba la relación directa entre la cantidad de hidróxido sódico y el contenido de cloruros de los suelos, ya que para los suelos con 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico los valores de variación son 0.97, 2.42, 3.87 y 6.54 % respectivamente.

Tabla 36. Promedio y variación del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Cloruros (mg/kg)	Variación (%)
0	13.77	0
8	13.90	0.97
10	14.10	2.42
12	14.30	3.87
14	14.67	6.54

En la Figura 27, se expresa gráficamente la relación directa que existe entre el aumento en la cantidad de hidróxido sódico y el aumento del contenido de cloruros presentes en las muestras de suelo.

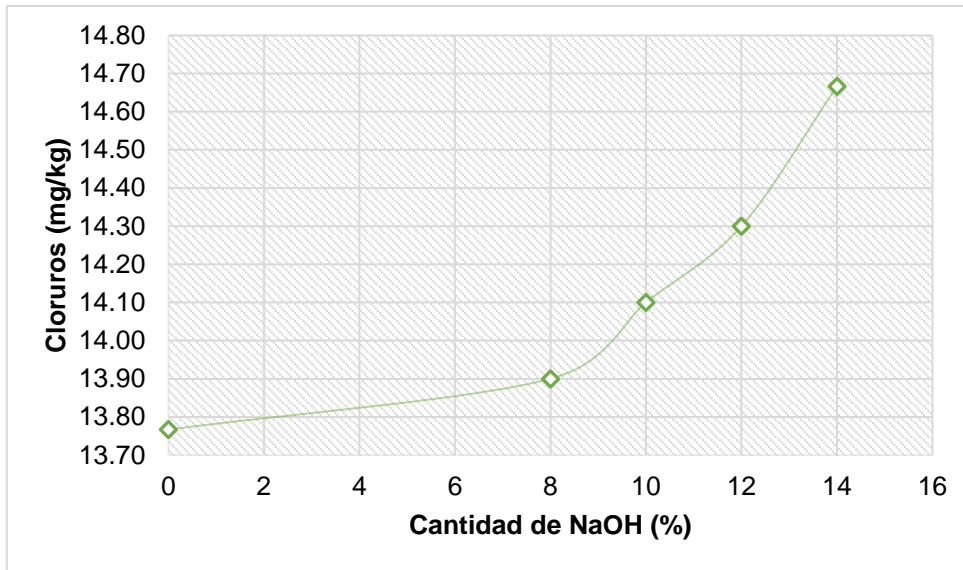


Figura 27. Contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.

Del mismo modo, en la Figura 28 están presentados gráficamente los resultados de la variación del contenido de cloruros de los suelos alterados en comparación con las muestras de suelo fino de fundación, donde claramente se observa la relación directa entre estos valores, llegando a alcanzar una variación de hasta un 6.54 % en los suelos con 14 % de hidróxido sódico.



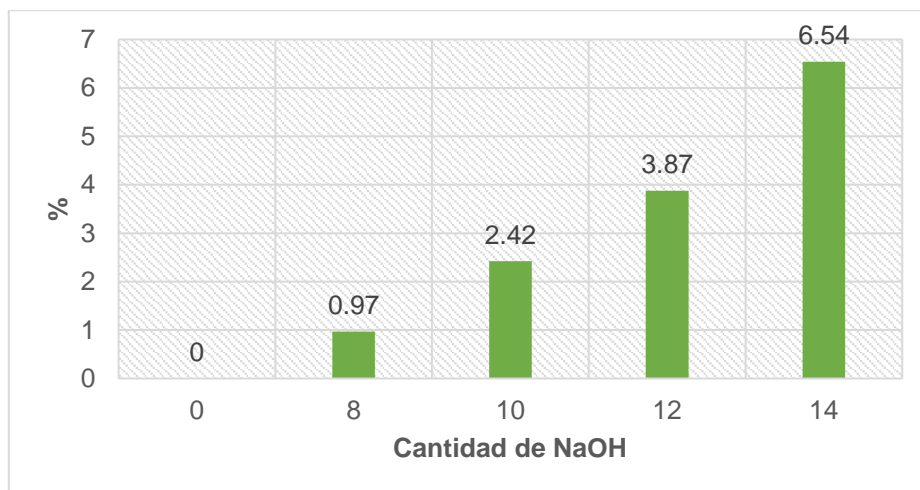


Figura 28. Variación del contenido de cloruros de los suelos con hidróxido sódico.

### Contenido de sulfatos

En la Tabla 37, se muestran los resultados del contenido de sulfatos, donde, al igual que con la cantidad de cloruros, se puede apreciar un aumento de la presencia de sulfatos a medida que aumenta la cantidad de hidróxido sódico en los suelos alterados, registrando un valor mínimo de 24 mg/kg en la segunda muestra del suelo fino de fundación a un valor máximo de 32 mg/kg correspondiente a la muestra M – 3 del suelo + 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 37. Resultados del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.

Grupos	Sulfatos (mg/kg)
Suelo fino de fundación	25
	24
	26
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	27
	28
	27
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	28
	29
	28
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	29
	29
	30
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	31
	30
	32

En consecuencia, en la Tabla 38 se tienen los promedios de la cantidad de sulfatos registrada en las muestras de suelo además de las variaciones de este parámetro de los suelos alterado en comparación con el suelo fino de fundación, notándose la tendencia a aumentar a medida que también se aumenta la cantidad de hidróxido sódico en los suelos,

teniendo una variación de 9.33, 13.33, 17.33 y 24.00 % en los suelos con dosificaciones de 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico respectivamente.

Tabla 38. Promedio y variación del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.

Cantidad de hidróxido sódico (%)	Sulfatos (mg/kg)	Variación (%)
0	25.00	0
8	27.33	9.33
10	28.33	13.33
12	29.33	17.33
14	31.00	24.00

En la misma línea, la Figura 29 expone el contenido de sulfatos y su relación con la cantidad de hidróxido sódico en el suelo estudiado, ya que el aumento en la proporción de hidróxido de suelo que contiene el suelo se ve reflejado en el aumento de sulfatos.

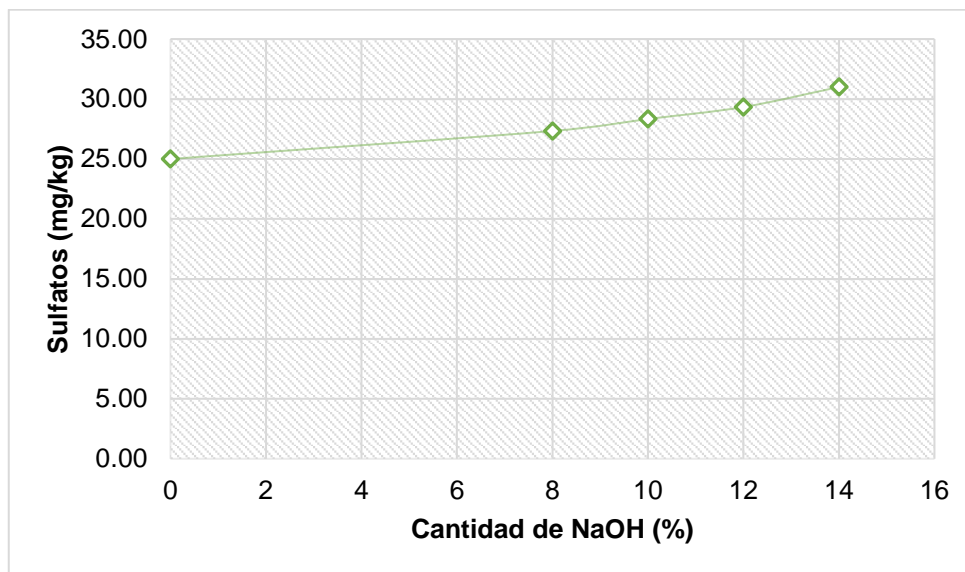


Figura 29. Contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.

Finalmente, en la Figura 30 se presenta de manera gráfica la variación que existe en el contenido de sulfatos de cada tipo de suelo evaluado en comparación con el suelo fino de fundación, evidenciándose de manera más clara la relación directa entre ambos parámetros.

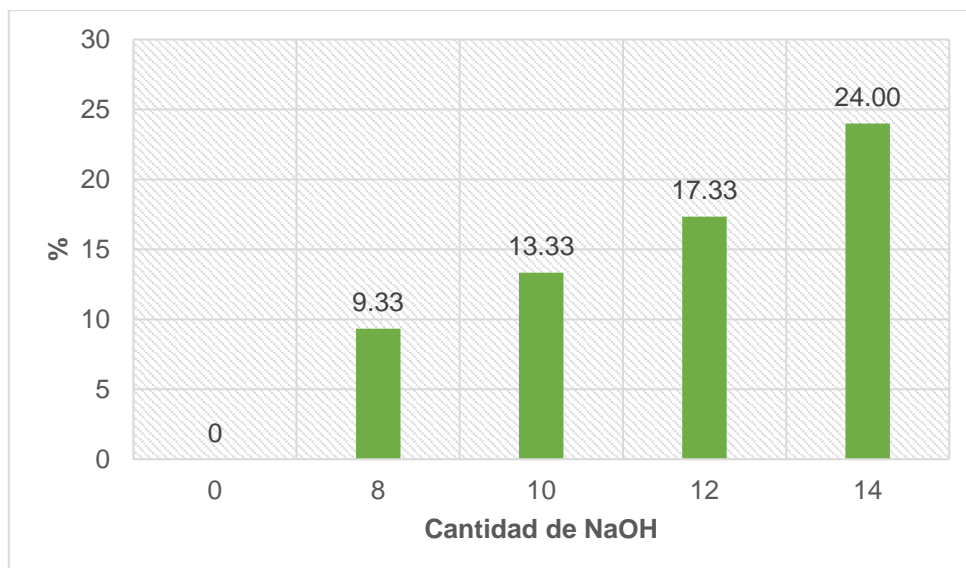


Figura 30. Variación del contenido de sulfatos de los suelos con hidróxido sódico.

### 5.3. Contratación de hipótesis

Como primer paso para la contratación de hipótesis fue la determinación de la normalidad de los datos, para continuar con la comparación de los grupos representados por el suelo fino de fundación y cada una de las dosificaciones de hidróxido sódico.

#### 5.3.1. Hipótesis específica 1

En la siguiente tabla se muestra la prueba de normalidad de los datos por medio del programa Shapiro-Wilk, donde se evidencia que al contar con una significancia mayor a 0.05 (confiabilidad del 0.95), estos tienen una distribución normal.

Tabla 39. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 1.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Gravas	Suelo fino de fundación	0.98	3.00	0.70
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.86	3.00	0.28
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.95	3.00	0.59
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.86	3.00	0.26
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.86	3.00	0.27
Arenas	Suelo fino de fundación	0.78	3.00	0.07
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.95	3.00	0.59
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.86	3.00	0.26
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	0.90
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.97	3.00	0.67
Finos	Suelo fino de fundación	0.77	3.00	0.05
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.98	3.00	0.71
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.87	3.00	0.28
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.81
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.92	3.00	0.44
	Suelo fino de fundación	0.98	3.00	0.74

Límite líquido	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.81
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.89	3.00	0.36
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.78
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.85	3.00	0.24
Límite plástico	Suelo fino de fundación	0.99	3.00	0.80
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.86
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	0.95
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.84	3.00	0.22
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.95	3.00	0.59
Índice de plasticidad	Suelo fino de fundación	0.94	3.00	0.53
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.97	3.00	0.67
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.85	3.00	0.23
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	0.91
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.97	3.00	0.67

Al contar con una distribución normal, se tiene como prueba para comparar los grupos al ANOVA de un factor, en consecuencia, tal como se muestra en la siguiente tabla, en cuanto al contenido de gravas, finos, el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad existen diferencias significativas entre grupos por contar con una significancia menor a 0.05, mientras que en el contenido de arenas no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 40. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 1.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gravas	Entre grupos	761.42	4.00	190.36	22.06	0.00
	Dentro de grupos	86.29	10.00	8.63		
	Total	847.71	14.00			
Arenas	Entre grupos	50.34	4.00	12.59	0.81	0.54
	Dentro de grupos	154.79	10.00	15.48		
	Total	205.14	14.00			
Finos	Entre grupos	1163.88	4.00	290.97	20.01	0.00
	Dentro de grupos	145.40	10.00	14.54		
	Total	1309.28	14.00			
Límite líquido	Entre grupos	296.45	4.00	74.11	43.89	0.00
	Dentro de grupos	16.89	10.00	1.69		
	Total	313.34	14.00			
Límite plástico	Entre grupos	48.07	4.00	12.02	5.51	0.01
	Dentro de grupos	21.79	10.00	2.18		
	Total	69.86	14.00			
Índice de plasticidad	Entre grupos	575.22	4.00	143.80	44.85	0.00
	Dentro de grupos	32.06	10.00	3.21		
	Total	607.28	14.00			

Ante ello, en la Tabla 41 se compara los grupos en relación a lo obtenido en el suelo fino de fundación, llegándose a deducir lo siguiente:

- Las gravas tendieron a incrementarse significativamente con la adición de 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- Las arenas también se incrementaron, pero estos cambios no fueron significativos.
- Los finos se redujeron significativamente con la adición de 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- El límite líquido en los suelos se redujo, pero los cambios solo fueron significativos con 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- El límite plástico se incrementó significativamente solo con 14 % de hidróxido sódico.
- El índice de plasticidad se redujo significativamente con la adición de 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 41. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 1.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
					Límite inferior	Límite superior	
Gravas	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-16.03*	2.40	0.00	-23.93	-8.14
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-17.50*	2.40	0.00	-25.39	-9.61
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-17.80*	2.40	0.00	-25.69	-9.91
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-19.20*	2.40	0.00	-27.09	-11.31
Arenas	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-2.23	3.21	0.95	-12.81	8.34
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-3.20	3.21	0.85	-13.77	7.37
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-4.70	3.21	0.61	-15.27	5.87
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-5.07	3.21	0.54	-15.64	5.51
Finos	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	18.27*	3.11	0.00	8.02	28.51
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	20.70*	3.11	0.00	10.45	30.95
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	22.57*	3.11	0.00	12.32	32.81
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	24.27*	3.11	0.00	14.02	34.51
Límite líquido	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.73	1.06	0.95	-2.76	4.23
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.93*	1.06	0.03	0.44	7.43
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	8.03*	1.06	0.00	4.54	11.53
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	11.73*	1.06	0.00	8.24	15.23
Límite plástico	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-0.70	1.21	0.98	-4.67	3.27
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-2.77	1.21	0.22	-6.73	1.20
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-3.90	1.21	0.05	-7.87	0.07
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-4.63*	1.21	0.02	-8.60	-0.67
Índice de plasticidad	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	1.43	1.46	0.86	-3.38	6.24
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	6.70*	1.46	0.01	1.89	11.51
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	11.93*	1.46	0.00	7.12	16.74
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	16.37*	1.46	0.00	11.56	21.18

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

A continuación, se tiene los sub conjuntos homogéneos, donde se logra interpretar lo siguiente:

- En el contenido de gravas se tiene dos conjuntos, el primero representado por el suelo fino de fundación y el segundo por los suelos donde se adicionó hidróxido sódico.
- En el contenido de arenas solo se tiene un conjunto homogéneo.
- En el contenido de finos se tiene dos conjuntos, el primero conformado por los suelos con hidróxido sódico y el segundo por el suelo fino de fundación.
- En el límite líquido se tiene cuatro conjuntos, el primero representado por el suelo con 14 % de hidróxido sódico, el segundo por el suelo con 12 %, el tercero por el suelo con 10 y 8 % de hidróxido sódico, el cuarto por el suelo fino de fundación y el suelo con 8 % de hidróxido sódico.
- En el límite plástico se tiene dos conjuntos, el primero conformado por el suelo fino de fundación y los suelos con 8, 10 y 12 % de hidróxido sódico, mientras que el segundo conjunto por los suelos con 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- En el índice de plasticidad se tiene tres conjuntos, el primero conformado por el suelo con 14 y 12 % de hidróxido sódico, el segundo por el suelo con 10 % de hidróxido sódico y el tercero por el suelo con 8 % de hidróxido sódico y suelo fino de fundación.

Tabla 42. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de gravas en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo fino de fundación	3.00	1.00	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00		17.03
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		18.50
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		18.80
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00		20.20
Sig.		1.00	0.69

Tabla 43. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de arenas en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Suelo fino de fundación	3.00	20.20
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	22.43
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00	23.40
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00	24.90
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00	25.27
Sig.		0.54

Tabla 44. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de finos en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00	54.53	
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00	56.23	
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00	58.10	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	60.53	
Suelo fino de fundación	3.00		78.80
Sig.		0.36	1.00

Tabla 45. Sub conjuntos homogéneos según el límite líquido en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00	29.60			
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		33.30		
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00			37.40	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00			40.60	40.60
Suelo fino de fundación	3.00				41.33
Sig.		1.00	1.00	0.08	0.95

Tabla 46. Sub conjuntos homogéneos según el límite plástico en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo fino de fundación	3.00	19.90	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	20.60	20.60
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00	22.67	22.67
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00	23.80	23.80
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00		24.53
Sig.		0.05	0.05

Tabla 47. Sub conjuntos homogéneos según el índice de plasticidad en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00	5.07		
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00	9.50		
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		14.73	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00			20.00
Suelo fino de fundación	3.00			21.43
Sig.		0.07	1.00	0.86



### 5.3.2. Hipótesis específica 2

De acuerdo a la Tabla 48 se tiene que los datos de la densidad máxima seca, contenido de humedad óptima y CBR tanto al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca representan una distribución normal, con significancias mayores a 0.05.

Tabla 48. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 2.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Densidad máxima seca	Suelo fino de fundación	0.91	3.00	0.42
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	0.88
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.88	3.00	0.32
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.78
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.92	3.00	0.46
Óptimo contenido de humedad	Suelo fino de fundación	0.98	3.00	0.71
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.89	3.00	0.35
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.86
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.85	3.00	0.25
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.90	3.00	0.38
CBR al 95 % de la DMS	Suelo fino de fundación	0.99	3.00	0.79
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.90	3.00	0.40
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.94	3.00	0.52
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.87	3.00	0.30
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.80	3.00	0.11
CBR al 100 % de la DMS	Suelo fino de fundación	0.93	3.00	0.50
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.75	3.00	0.06
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.86	3.00	0.26
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.77	3.00	0.05
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	1.00

En consecuencia, según la siguiente tabla se tiene que las propiedades mecánicas de los suelos presentaron diferencias significativas, lográndose interpretar con ello que el hidróxido sódico interviene en estas.

Tabla 49. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 2.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad máxima seca	Entre grupos	0.02	4.00	0.01	19.63	0.00
	Dentro de grupos	0.00	10.00	0.00		
	Total	0.02	14.00			
Óptimo contenido de humedad	Entre grupos	28.44	4.00	7.11	23.51	0.00
	Dentro de grupos	3.02	10.00	0.30		
	Total	31.46	14.00			
CBR al 95 % de la DMS	Entre grupos	262.39	4.00	65.60	127.59	0.00
	Dentro de grupos	5.14	10.00	0.51		
	Total	267.53	14.00			
CBR al 100 % de la DMS	Entre grupos	321.66	4.00	80.41	87.69	0.00
	Dentro de grupos	9.17	10.00	0.92		
	Total	330.83	14.00			

Según la Tabla 50, se tiene que comparado los grupos en relación al suelo fino de fundación:

- La densidad máxima seca del suelo se incrementó significativamente al emplear 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- El óptimo contenido de humedad se redujo significativamente al emplear 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- El CBR al 95 y 100 % de la DMS se incrementó significativamente al emplear 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 50. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 2.

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
					Límite inferior	Límite superior	
Densidad máxima seca	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.00	0.01	1.00	-0.05	0.04
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-0.04	0.01	0.08	-0.08	0.00
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-0.06*	0.01	0.01	-0.10	-0.02
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-0.10*	0.01	0.00	-0.14	-0.06
Óptimo contenido de humedad	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.46	0.45	0.84	-1.01	1.94
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	1.31	0.45	0.09	-0.17	2.78
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	2.19*	0.45	0.00	0.71	3.67
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.88*	0.45	0.00	2.40	5.36
CBR al 95 % de la DMS	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-1.07	0.59	0.41	-2.99	0.86
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-2.66*	0.59	0.01	-4.58	-0.73
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-6.81*	0.59	0.00	-8.73	-4.88
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-11.34*	0.59	0.00	-13.27	-9.41
CBR al 100 % de la DMS	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-1.25	0.78	0.53	-3.83	1.32
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-2.76*	0.78	0.03	-5.33	-0.19
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-7.65*	0.78	0.00	-10.22	-5.07
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-12.50*	0.78	0.00	-15.08	-9.93

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

De las tablas de los conjuntos homogéneos se procede a detallar lo siguiente:

- La densidad máxima seca presenta 3 conjuntos, el primero representado por el suelo fino de fundación y los suelos con 8 y 10 % de hidróxido sódico.
- El óptimo contenido de humedad presenta 3 conjuntos, el primero por el suelo con 14 % de hidróxido sódico, el segundo por el suelo con 12 y 10 % de hidróxido sódico y el tercero por el suelo con 10 y 8 % de hidróxido sódico y el suelo fino de fundación.
- El CBR al 95 y 100 % de la DMS presenta 4 conjuntos, el primero por el suelo fino de fundación y el suelo con 8 % de hidróxido sódico, el segundo por el suelo con 8 y 10 % de hidróxido sódico, el tercero por el suelo con 12 % de hidróxido sódico y el cuarto con 14 %.

Tabla 51. Sub conjuntos homogéneos según la densidad máxima seca en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo fino de fundación	3.00	1.78		
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	1.78		
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00	1.82	1.82	
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		1.84	1.84
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00			1.88
Sig.		0.08	0.53	0.08

Tabla 52. Sub conjuntos homogéneos según el óptimo contenido de humedad en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00	12.23		
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		13.92	
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		14.81	14.81
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00			15.65
Suelo fino de fundación	3.00			16.11
Sig.		1.00	0.35	0.09

Tabla 53. Sub conjuntos homogéneos según el CBR al 95 % de la DMS en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo fino de fundación	3.00	2.62			
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	3.69	3.69		
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		5.28		
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00			9.43	
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00				13.96
Sig.		0.41	0.12	1.00	1.00

Tabla 54. Sub conjuntos homogéneos según el CBR al 100 % de la DMS en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Suelo fino de fundación	3.00	4.20			
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	5.45	5.45		
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		6.96		
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00			11.84	
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00				16.70
Sig.		0.53	0.36	1.00	1.00

### 5.3.3. Hipótesis específica 3

La Tabla 55 muestra que los datos concernientes al pH, cloruros y sulfatos de los suelos presentan una distribución normal.

Tabla 55. Prueba de normalidad de los datos para la hipótesis específica 3.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
pH	Suelo fino de fundación	0.94	3.00	0.54
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.99	3.00	0.84
Cloruros	Suelo fino de fundación	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	0.75	3.00	0.06
Sulfatos	Suelo fino de fundación	1.00	3.00	1.00
	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	0.75	3.00	0.06
	Suelo + 10 % de hidróxido sódico	0.75	3.00	0.07
	Suelo + 12 % de hidróxido sódico	0.75	3.00	0.07
	Suelo + 14 % de hidróxido sódico	1.00	3.00	1.00

De acuerdo a la Tabla 56 se tiene que tanto el pH, cloruros y sulfatos presentaron cambios significativos al adicionarse el hidróxido sódico, pues la significancia es menor a 0.05.

Tabla 56. ANOVA de un factor para la hipótesis específica 3.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	75.26	4.00	18.82	723.69	0.00
	Dentro de grupos	0.26	10.00	0.03		
	Total	75.52	14.00			
Cloruros	Entre grupos	1.50	4.00	0.38	7.94	0.00
	Dentro de grupos	0.47	10.00	0.05		
	Total	1.98	14.00			
Sulfatos	Entre grupos	60.40	4.00	15.10	25.17	0.00
	Dentro de grupos	6.00	10.00	0.60		
	Total	66.40	14.00			

De acuerdo a la siguiente tabla se logra interpretar que, el pH del suelo tendió a incrementarse significativamente con la adición del hidróxido sódico, al igual que los cloruros, pero este cambio solo fue significativo con 14 % de hidróxido sódico, a diferencia de los sulfatos que también se incrementaron siendo significativos con 8, 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 57. Prueba pos hoc para la hipótesis específica 3.

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
pH	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-5.60*	0.13	0.00	-6.03	-5.17
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-5.60*	0.13	0.00	-6.03	-5.17
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-5.60*	0.13	0.00	-6.03	-5.17
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-5.60*	0.13	0.00	-6.03	-5.17
Cloruros	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-0.13	0.18	0.94	-0.72	0.45
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-0.33	0.18	0.39	-0.92	0.25
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-0.53	0.18	0.08	-1.12	0.05
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-0.90*	0.18	0.00	-1.48	-0.32
Sulfatos	Suelo fino de fundación	Suelo + 8 % de hidróxido sódico	-2.33*	0.63	0.03	-4.41	-0.25
		Suelo + 10 % de hidróxido sódico	-3.33*	0.63	0.00	-5.41	-1.25
		Suelo + 12 % de hidróxido sódico	-4.33*	0.63	0.00	-6.41	-2.25
		Suelo + 14 % de hidróxido sódico	-6.00*	0.63	0.00	-8.08	-3.92

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

De las tablas de los conjuntos homogéneos, se tiene:

- El pH cuenta con dos conjuntos, el primero representado por el suelo fino de fundación y el segundo por los suelos con hidróxido sódico.
- Los cloruros cuentan con dos conjuntos, el primero representado por el suelo fino de fundación y los suelos con 8, 10 y 12 % de hidróxido sódico, mientras que el segundo por el suelo con 10, 12 y 14 % de hidróxido sódico.
- Los sulfatos cuentan con 3 conjuntos, el primero por el suelo fino de fundación, el segundo por el suelo con 8, 10 y 12 %, mientras que el tercer grupo por el suelo con 12 y 14 % de hidróxido sódico.

Tabla 58. Sub conjuntos homogéneos según el pH en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo fino de fundación	3.00	8.40	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00		14.00
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		14.00
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		14.00
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00		14.00
Sig.		1.00	1.00

Tabla 59. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de cloruros en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Suelo fino de fundación	3.00	13.77	
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00	13.90	
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00	14.10	14.10
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00	14.30	14.30
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00		14.67
Sig.		0.08	0.06

Tabla 60. Sub conjuntos homogéneos según el contenido de sulfatos en los suelos.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo fino de fundación	3.00	25.00		
Suelo + 8 % de hidróxido sódico	3.00		27.33	
Suelo + 10 % de hidróxido sódico	3.00		28.33	
Suelo + 12 % de hidróxido sódico	3.00		29.33	29.33
Suelo + 14 % de hidróxido sódico	3.00			31.00
Sig.		1.00	0.06	0.14

## **CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. El hidróxido sódico en las propiedades físicas de los suelos finos para subrasante**

El estudio de las propiedades de los suelos estuvo comprendido por el análisis de factores como la granulometría y los límites de consistencia; los cuales dan indicios del comportamiento que posee el suelo analizado (A-5(12)), el cual se muestra en la página 101 del anexo N°01.

Con respecto a la granulometría se ha podido establecer que el suelo fino de fundación o inicial posee predominantemente materiales finos (78.80 %), con moderada cantidad de arenas (20.20 %) y poca cantidad de gravas en su composición (1 %); haciendo que su comportamiento a priori, sea deficiente o de baja capacidad de soporte.

Un aspecto importante es el que se detalla en las Tabla 20, Tabla 21 y la Tabla 22, en la que se muestra la variación de la concentración de los componentes del suelo al adicionar diferentes concentraciones de hidróxido sódico en el suelo, pues la cantidad de gravas se incrementa hasta alcanzar un valor de 20.20 %, es decir, sufre un incremento de 1920 % respecto de su valor inicial; además a ello, la cantidad de finos disminuye hasta en 30.80 %, tal como se puede observar en la Figura 11.

Lo descrito anteriormente puede explicarse debido a que la forma de adición del hidróxido sódico fue en forma granular, y al mezclarse con el suelo fino de fundación dieron la impresión de formar parte la estructura del suelo en forma de gravas. Asimismo, se debe tener en cuenta que la mayoría de las investigaciones relacionadas a este tipo de investigación no han considerado el estudio de la granulometría del suelo, debido a que

generalmente, adicionaron el material en forma líquida, dejando de lado las propiedades que tiene este en forma granular.

El otro aspecto considerado en las propiedades físicas fueron los límites de consistencia del suelo, es por ello que durante el análisis de la presente investigación se tomó en cuenta el análisis del límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad, parámetros que normativas como las establecidas por el MTC (2014) recomiendan para su análisis.

El límite líquido del suelo fino de fundación fue de 41.33 %, de modo que al adicionar hidróxido sódico su valor disminuyó hasta 29.60 % con una dosificación de 14 %; esta tendencia coincide con lo obtenido por Abid (2017) donde establece que la mayor concentración de NaOH disminuye el límite líquido (LL) de 54 % a 47.3 %; además esto fue corroborado con lo obtenido por Neeladharan et al. (2017), quien pudo estimar que el valor del límite líquido disminuye de manera significativa, siempre y cuando la dosificación de NaOH sea de 17.5 %, después de ello su valor se incrementa. Por su parte Higuera et al. (2012) difiere con la tendencia mencionada, pues el límite líquido no presenta una tendencia clara, o en todo caso, establece que dicha tendencia del comportamiento es constante.

Con respecto al límite plástico (LP), los resultados que se muestran en la Tabla 25 dan a conocer que, al adicionar la cantidad de hidróxido sódico, su valor se incrementa de 19.90 % a 24.53 %, es decir, se incrementa en 23.28 %. Estos resultados difieren con lo obtenido por Neeladharan et al. (2017), quienes mencionan que el LP disminuye de 26 % a 18.98 %, es decir, se incrementa en 27 % respecto al suelo inicial, siendo la dosificación óptima de 17.5 %; asimismo, Higuera et al. (2012) difiere con lo mencionado, ya que solo con un 2 % de un aditivo químico similar se observa una reducción de su valor, después de ello se incrementa hasta alcanzar un valor de 30.08 %.

Co respecto al índice de plasticidad (IP) se ha podido observar que el valor obtenido en la Tabla 26 muestra un comportamiento con una tendencia negativa ya que el valor disminuye de 21.43 % a 5.07 %, representando una reducción de hasta un 76.36 %. Este comportamiento concuerda con lo estimado por Neeladharan et al. (2017) quien en su investigación pudo establecer que el IP se reduce de 20.80 % a 1.46 %, es decir una reducción de 93 %, cuando la dosificación de NaOH fue de 17.5 %; asimismo se



concuera con Higuera et al. (2012) quien establece que el IP se reduce a medida que se incrementa mayor porcentaje de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en el suelo.

## **6.2. El hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de los suelos finos para subrasante.**

Las propiedades mecánicas de los suelos fueron determinadas mediante la ejecución de los ensayos de Proctor modificado y CBR, interpretaciones que se describen a continuación.

Mediante el ensayo de Proctor modificado se ha podido determinar dos factores determinantes para el control de la compactación del suelo, los cuales son el óptimo contenido de humedad (OCH) y la máxima densidad seca (MDS). El comportamiento de dichos parámetros pueden observarse en la Figura 19, en la que se denota con claridad que a mayor cantidad de NaOH el contenido de humedad se reduce (de 16.11 % a 12.23 %), mientras que la máxima densidad seca se incrementó de  $1.78 \text{ g/cm}^3$  a  $1.88 \text{ g/cm}^3$ ; los cuales representaron variaciones de -24.08 % y 5.56 % respectivamente. Dicho comportamiento concuerda parcialmente con lo obtenido por Abid (2017), pues en su investigación demostró que uso de NaOH incrementa la máxima densidad seca de  $1.829$  a  $1.87 \text{ g/cm}^3$ , sin embargo el OCH, no se ha modificado de manera significativamente, siendo la mejor dosificación la dosis de 4 M. Dichos resultados también concuerdan con lo obtenido por Neeladharan et al. (2017), quien estimó que la MDS se incrementa de  $1.784 \text{ g/cm}^3$  a  $2.108 \text{ g/cm}^3$ , mientras que el OCH se redujo de 20 % a 8 %, siendo la mejor dosificación de 17.5 % de NaOH. Este comportamiento, hace suponer que la adición del hidróxido sódico mejora las propiedades mecánicas de los suelos, especialmente en dosificaciones superiores al 10 %, sin embargo, este debe ser corroborado con el ensayo de CBR.

Los valores de la capacidad de soporte de suelo determinado en laboratorio demostraron que el uso del hidróxido sódico puede incrementarla, ya que según la Figura 22 su valor inicial de 2.62 % se pudo incrementar hasta alcanzar valores de 13.96 %, es decir, lograron incrementar su capacidad de soporte del suelo en proporciones de 432.82 % respecto al valor inicial, siendo que dicha tendencia se mantuvo tanto para el análisis del CBR al 95 % y 100 % de la MDS.

Un aspecto relevante que se ha observado es que con dosificaciones menores a 8 %, el incremento del CBR crece de manera lineal, mientras que después de este valor su valor, este incremento se dio de manera exponencial. Esta tendencia obtenida concuerda con lo estimado por Abid (2017), pues obtuvo que el CBR se incrementó de 7.29 a 8.175 %, es decir 112.14 % respecto al valor inicial. Por su parte Neeladharan et al. (2017), también describe valores similares, pues el valor del CBR del suelo estudiado se incrementó de 3.86 % a 16.19 %, siendo este último antecedente con el que se conserva mayor relación; pero se debe tener en cuenta que dichos valores consideraron también la acción de residuos de baldosas en el suelo.

En tal contexto se puede establecer como base de la conclusión que el uso de del hidróxido de sodio es un material químico que puede mejorar las propiedades mecánicas del suelo especialmente en le A-5 (según su clasificación AASTHO). Las dosificaciones contrastadas, difieren entre los autores estudiados debido a la forma de aplicación, pues algunos consideraron que la mejor manera de adición fue en forma disuelta, mientras que para el desarrollo de esta tesis se consideró de manera granular, siendo este punto, la variación de resultados con los antecedentes descritos.

### **6.3. El hidróxido sodio en las propiedades químicas de los suelos finos para subrasante**

Desde el punto de vista técnico, la presente investigación ha considerado tres parámetros químicos del suelo, estableciendo de esta manera la factibilidad de uso del hidróxido sodio en el suelo sin afectar a las propiedades de elementos como el concreto.

El potencial de hidrógeno o pH, es un parámetro que indica la acidez o alcalinidad de un suelo, dando de esta manera una idea del perjuicio que puede tener este material a elementos estructurales como el concreto o el asfalto. Los resultados que se muestran en la Tabla 34 detallan claramente la tendencia que representa el uso del NaOH en el suelo, pues su uso incrementa su valor hasta en 66.67 % haciéndolo más alcalino ya que se incrementa de 8.40 a 14. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Higuera et al. (2012), quien pudo establecer que a mayor cantidad de un aditivo similar al aplicado, el pH se incrementa hasta alcanzar un punto máximo para posteriormente mantenerse constante con valor máximo de 12.51; tendencia muy similar a lo mostrado en la Figura 26.

Un aspecto de gran relevancia, es que solo los suelos ácidos pueden afectar elementos como el concreto, sin embargo, los valores obtenidos en la presente investigación no presentan nocividad alguna, ya que solo valores poseen valores mayores a 5.5 (valores menores afectan al concreto).

Por su parte, el contenido de cloruros y sulfatos en el suelo es un indicador la agresividad que posee el suelo al concreto, pues su contacto con este puede afectarlo estructuralmente. En este contexto, los resultados obtenidos en la Tabla 38 muestran que mientras mayor sea la concentración de hidróxido sódico mayor será la concentración de sulfatos y cloruros en el suelo, ya que se logró observar incrementos de hasta 24 % y 14.67 % respectivamente, sin embargo, dichos incrementos no representan ningún riesgo a elementos de concreto que puedan estar en contacto con este tipo de suelos, ya que la cantidad de sulfato que adiciona el aditivo químico estudiado se clasifica como leve (0 a 1000 ppm), mientras que la concentración de cloruros no supera el valor límite para considerarse como perjudicial al concreto (mayor a 6000 ppm).

Bajo lo descrito, se puede mencionar que el uso del hidróxido sódico en el mejoramiento de las propiedades de un suelo A-5 no afecta su composición química, esto desde el punto de vista de la ingeniería civil, pues como se ha demostrado, no existe afectación alguna al concreto, el cual es elemento más vulnerable si se desea construir vías con pavimento rígido. Desde el punto de vista ambiental, no se puede obtener conclusiones precisas debido a la falta de ensayos complementarios al suelo, ya que no fueron considerados en los objetivos de la presente investigación, sin embargo, los resultados de parámetros como el pH, hacen suponer que no existe afectación alguna.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos muestran que el uso del hidróxido sódico mejora de manera significativa las propiedades de suelos finos del tipo A-5, para su uso como subrasante en vías de bajo volumen de tránsito, siendo la dosificación óptima el 14 % de hidróxido sódico respecto al suelo fino, ya que con ello se asegura una reducción adecuada del índice de plasticidad y el incremento del CBR, el cual es superior al valor mínimo exigido por la normativa vigente.
2. Las propiedades físicas de suelos finos se modificaron de manera significativa al utilizar hidróxido sódico, debido a que en general, el porcentaje promedio de las 45 muestras de los finos analizados disminuyó hasta en 30.80 % con una dosificación de 14 % del hidróxido sódico (el valor se modificó de 78.80 % a 54.53 %); asimismo dicha variación se vio reflejada en los límites de consistencia, donde el índice de plasticidad (el cual es el más representativo) sufrió reducciones de 21.43 % a 5.07 %, con la dosificación ya mencionada.
3. Las propiedades mecánicas de los suelos finos, en promedio, se vieron incrementadas al utilizar el hidróxido sódico en una proporción del 14 %, pues se obtuvo que en dicho rango, el óptimo contenido de humedad disminuye hasta 24.08 % (disminuyó de 16.11 % a 12.23 %), mientras que la máxima densidad seca y el CBR (la 95 % de la MDS) pueden incrementarse hasta en 5.56 % (de 1.78 a 1.88 g/cm<sup>3</sup>) y 432.82 % (de 2.62 % a 13.96 %) respectivamente, además que para el análisis de estas propiedades se ha considerado un total de 45 testigos.
4. Los datos de laboratorio muestran que el uso de hidróxido sódico modifica los valores de los parámetros químicos del suelo, ya que el pH se incrementó de 8.4 a 14, mientras que los cloruros y sulfatos en 6.54 % (de 13.77 a 14.67mg/kg) y 24 % (de 25 a 31 mg/kg) respectivamente, sin embargo, dichas variaciones no son nocivos a elementos estructurales como el concreto u elementos similares que pudieran estar en contacto con este tipo de suelo modificados.

## RECOMENDACIONES

1. Los estudios demostraron que la cantidad recomendable de hidróxido sódico para mejorar las propiedades de suelos finos (A-5) debe considerar una dosificación óptima de 14 % con respecto al peso.
2. Para obtener un mejor comportamiento de las propiedades mecánicas el hidróxido sódico con el suelo, se recomienda su uso en forma granular, ya que facilita la reducción de vacíos y mejora su adherencia, otorgándole mayor resistencia a la capacidad de soporte del suelo, tal como se ha demostrado en la presente investigación.
3. Los datos que se obtuvieron, demuestran que las propiedades químicas de los suelos se alteran, haciendo que el material sea más alcalino; es por ello que su uso sea restringido a zonas alejadas de fuentes de aguas, ya que hasta la actualidad no existe estudios que determinen la afectación ambiental que este material podría tener, a pesar que sea utilizado como parte de la subrasante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABID, S., 2017. Estabilización del suelo mediante métodos químicos. *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, vol. 3, no. 9, pp. 104-121. DOI 10.23883/ijrter.2017.3436.bnxrm.
- ARAUJO, H., 2018. *Influencia de la soda cáustica en la estabilización de suelos en las zona de Huanchaco - Trujillo, 2018* [en línea]. Trujillo: Univerisdad Privada de Trujillo. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/185>.
- CID, A. Del, MENDEZ, R. y SANDOVAL, F., 2007. *Investigación. Fundamentos y metodología* [en línea]. Primera. México: Pearson Educación. ISBN 978-970-26-1075-5. Disponible en: <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/cid-investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>.
- CORONADO, J., 2002. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos* [en línea]. 2002. Guatemala: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Disponible en: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4114>.
- ENRÍQUEZ, F., 2013. *Comportamiento del hidróxido de sodio y potasio en función de la humedad y temperatura ambiental* [en línea]. Quito: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/870>.
- GOOGLE MAPS, 2021. Google Maps. [en línea]. [Consulta: 5 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>.
- GUERRERO, R., 2019. *Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% y 25%* [en línea]. S.l.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/22300>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Ed. México: Mac Graw Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,Fernandez,yBaptista-MetodologíaInvestigacionCientífica6taed.pdf>.
- HIGUERA, C., GÓMEZ, J. y PARDO, Ó., 2012. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea], vol. 21, no. 32, pp. 21-40. ISSN 2357-5328. DOI 10.19053/01211129.1431. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4222676>.

- MENÉNDEZ, J., 2013. *Ingeniería de Pavimentos. Diseño y gestión de pavimentos* [en línea]. Primera. Lima: ICG. Disponible en: <https://tienda.construccion.org/producto/ingenieria-de-pavimentos-diseno-y-gestion-de-pavimentos-tomo-2-2da>.
- MTC, 2014. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales* [en línea]. 2016. S.l.: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual).
- NEELADHARAN, C., VINITHA, V., PRIYA, B. y SARANYA, S., 2017. Estabilización de suelos mediante el uso de residuos de baldosas con hidróxido de sodio como aglutinante. *International Journal of Innovative Research in Science* [en línea], vol. 6, no. 4, pp. 6762-6768. ISSN 2347-6710. DOI 10.15680/IJIRSET.2017.0604094. Disponible en: [http://www.ijirset.com/upload/2017/april/94\\_33\\_Stabilisation.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2017/april/94_33_Stabilisation.pdf).
- PONCE, D., 2018. *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Huancavelica*. S.l.: Universidad Nacional de Huancavelica.
- RONDÓN, H. y REYES, F., 2015. *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Primera Ed. Lima: Macro EIRL. ISBN 978-612-304-263-9.

## **ANEXOS**



**Anexo N° 01: matriz de consistencia**

Tesis: “Efectos del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos utilizados en subrasantes de vías de bajo volumen de tránsito”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cómo incide el hidróxido sódico en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito? b) ¿Cuál es la influencia del hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito? c) ¿En qué medida el hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto del hidróxido sódico en las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar la incidencia del hidróxido sódico en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito. b) Establecer la influencia del hidróxido sódico en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito. c) Determinar en qué medida el hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El hidróxido sódico mejora las propiedades de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) El hidróxido sódico incide de manera significativa en las propiedades físicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito. b) El hidróxido sódico influye significativamente en las propiedades mecánicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito. c) El hidróxido sódico incide en las propiedades químicas de suelos finos para su uso como subrasantes en vías de bajo volumen de tránsito.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> hidróxido sódico</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades de suelos finos</p>	<p>- Cantidad</p> <p>- Propiedades físicas.</p> <p>- Propiedades mecánicas.</p> <p>- Propiedades físicas.</p>	<p>- Proporciones de hidróxido sódico</p> <p>- Límite líquido</p> <p>- Límite plástico</p> <p>- Granulometría</p> <p>- Compactación CBR</p> <p>- Potencial de hidrógeno</p> <p>- Cantidad de sulfatos</p> <p>- Cantidad de cloruros</p>	<p><b>Método de investigación:</b> científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> aplicada</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> experimental</p> <p><b>Población:</b> La población correspondió al suelo de subrasante de la calle José Olaya, en el centro poblado de Miluchaca, distrito de Sapallanga en la provincia de Huancayo del departamento de Junín.</p> <p><b>Muestra:</b> Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra fue el suelo extraído por medio de una calicata en la calle José Olaya, cuya ubicación se denotó en la Figura 1; asimismo, a continuación en la Tabla 3 se tiene el número de mediciones que se realizó por cada una de las propiedades, tales como granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación, CBR, pH, cantidad de sulfatos y cloruros.</p>

**Anexo N° 02: certificados de ensayos realizados**



Av. Angel Fernández Quiroga N° 2809 Int. 104 Urb. Dos  
 Lomas  
 Pse. N° 127 - 152 Urban. Huancayo  
 Telef. 063426689 / 063505584  
 Correo: silversgeotec@silversgeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	12-07-22	M-01	SG- N° 792/202

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

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

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Metodo de Muestreo: Excavacion Manual  
 Identificacion de muestra: NACH- M-01

Profundidad: 1.50 m  
 Neve frescos: No presenta

Altura (Cota): 2.877.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483077 N 660313

**TEMAS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CON TENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

Tamizos 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	95.00 g	10.8%	89.2%
N° 4	4.75 mm	275.00 g	41.4%	58.6%
N° 10	2.00 mm	325.00 g	77.8%	22.2%
N° 20	0.85 mm	112.00 g	90.4%	9.6%
N° 40	0.43 mm	52.00 g	96.2%	3.8%
N° 60	0.25 mm	22.00 g	98.7%	1.3%
N° 100	0.15 mm	10.00 g	99.8%	0.2%
N° 200	0.08 mm	2.00 g	100.0%	0.0%
PARSA		0.00 g	100.0%	0.0%
		895.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	Hro		Muestra
	Var	Unidad	
Regente H	---	---	H-23
(A) Peso de Contenedor Vacio	M	(g)	0.70
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>hum</sub>	(g)	1.77
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	1.57
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	1.33
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	(g)	0.20
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	-

Requisitos mínimos de espesor de muestra húmeda se selecciona como representativa de la muestra total.  
 - Tonaje máximo por lote % que pasa  
 - Maza mínima homogeneizada - espesor =

**Clasificación de Suelos**

SUCS (NTP 339.134) : SP	AASHTO (NTP 339.135) : A-1-1 (1/2)
-------------------------	------------------------------------

Arena pobremente graduada con grava

**Resultados de la Granulometría**

Grava [N° 4 - φ - 3"]	41.40%
Arena [N° 200 - φ - N° 4]	58.60%
Fines [φ - N° 200]	0.00%

**Coefficientes / Fines ≤ 12% (NTP 339.134)**

D <sub>15</sub> = 0.87 mm	D <sub>30</sub> = 2.41 mm	D <sub>60</sub> = 4.91 mm
C <sub>u</sub> = D <sub>60</sub> /D <sub>10</sub>		5.63
C <sub>c</sub> = (D <sub>30</sub> - D <sub>10</sub> ) / (D <sub>60</sub> - D <sub>30</sub> )		1.35



Los valores obtenidos y calculados se ajustan a los electivos para dibujar la curva y redondeo establecido en la Norma ASTM D600.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado por: Roy S.R.  
 Revisado por: Johnny R. G.



RUC: 2060168524  
 (Pág. 01)



Dr. Angel Fernández Quiroz N° 2889 Int. 104 Urb. Tilia, Lima  
 Pje. N° 1661 N° 132 - 133 Chica, Huancaayo  
 Telf: 94342666 / 94353334  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-22	12-07-22	M-02	SO. N° 702322

<b>SOLICITANTE:</b>  Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA	<b>TESIS:</b>  "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"
--	--

<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>  UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO: CHILCA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNÍN	<b>ENSAYOS REALIZADOS:</b>  ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.126 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127 CLASIFICACIÓN SUELOS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)
---	--

<b>TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:</b>  Modalidad: Per el Coarte Método de Muestreo: Excavación Manual Identificación de muestra: NaOH 10-02	Profundidad: 1.50 m Napa freática: No presente	Altitud (Cota): 3.377.00 m s.n.m. Coordenadas UTM: E 483077 N 6960075
--	---	--

Tamizos ASTM F11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	74.00 g	9.9%	90.5%
N° 4	4.75 mm	325.00 g	51.2%	48.8%
N° 10	2.00 mm	214.00 g	78.5%	21.4%
N° 20	0.85 mm	96.00 g	90.3%	9.1%
N° 40	0.425 mm	42.00 g	96.3%	3.7%
N° 60	0.25 mm	23.00 g	99.2%	0.8%
N° 100	0.15 mm	5.00 g	99.9%	0.1%
N° 200	0.08 mm	1.00 g	100.0%	0.0%
PASA		0.00 g	100.0%	0.0%
		780.00 g	100.0%	100%

Variables	Nro		Muestra
	Var	Unidad	
Resistencia W			W 25
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	1.00
(B) Peso de Contenedor S Suelo Humedo	M <sub>2</sub>	(g)	1.00
(C) Peso de Contenedor S Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	1.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	---

Respecto al finis de especificar de material lavado colacionado como representativo de la muestra total  
 - Tratado mediante protocolo % que pasa  
 Masa mínima razonada - especimen -

SUELOS (NTP 339.134) - GW	AASHTO (NTP 339.135) - A-1-a (3)
Grava fina graduada con arena	

Grava	[ N° 4 - φ - N° 10 ]	51.20%
Arena	[ N° 200 - φ - N° 4 ]	48.80%
Finos	[ φ - N° 200 ]	0.00%

$D_{60} = 0.85 \text{ mm}$	$D_{30} = 2.52 \text{ mm}$	$D_{10} = 2.72 \text{ mm}$
$C_u = D_{60} / D_{10}$	0.32	
$C_c = (D_{30} - D_{10}) / (D_{60} - D_{10})$	1.33	



Todos los valores observados y calculados se ajustan a los límites para digitos significativos y redondeos establecidos en la Norma AFPM 06026.

<b>OBSERVACIONES:</b>	
-----------------------	--

Revisado: Ing. Jhony R. O.  
 Revisado: Ing. Jhony R. O.



RUC: 2060166524  
 (Pag. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 304568-2016/DSP



Av. Azuay Fernández Quiroz N° 2009145, 104 y/o. E14a,  
Calle Pío Huérfano N° 102 - 152 Chapa - Huancayo  
Tel: +51070488 / 95553184  
Correo: sales@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	SOLO MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	12-07-22	M-05	SO - N° 7502022

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA  
**TESIS:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S A C  
**LICACIÓN:** DISTRITO: HUANCAYO, DEPARTAMENTO: JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.138  
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.137  
CLASIFICACIÓN: SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
Localidad: Píon de Cliente, Profundidad: 1.50 m, Área (Data): 3.377 00 m<sup>2</sup> m<sup>2</sup>  
Método de Muestreo: Cickracion Manual, Tipo de Suelo: No present, Coordenadas UTM: E-493077-N-368013  
Identificación de muestra: NACH: M-03

Tamices AS/IM 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	12.00 g	1.3%	98.7%
N° 4	4.75 mm	425.00 g	47.8%	52.2%
N° 10	2.00 mm	217.00 g	24.1%	75.9%
N° 20	0.85 mm	185.00 g	20.8%	79.2%
N° 40	0.425 mm	61.00 g	6.7%	93.3%
N° 60	0.25 mm	10.00 g	1.1%	98.9%
N° 100	0.15 mm	5.00 g	0.6%	99.4%
N° 200	0.08 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
PASA		0.00 g	0.0%	100.0%
		915.00 g	100.0%	100%

Variable	Nro		Muestra
	Val.	Unidad	
Residuo HF			M-03
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	6.30
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	1.27
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	1.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-H)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (D-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	--

Residuo mínimo de espesímetro de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
Tomado máximo contenido % que pasa  
Mínimo mínimo recomendado - espesímetro --

SUCS (NTP 339.134) : SP	AASHTO (NTP 339.135) : A-1-1 (2)
-------------------------	----------------------------------

Arena pobremente graduada con grava

Grava [N° 4 < φ < 3"]	47.80%
Arenea [N° 200 < φ < N° 4]	52.20%
Fines [φ < N° 200]	5.00%

D <sub>15</sub> = 0.91 mm	D <sub>30</sub> = 2.11 mm	D <sub>60</sub> = 5.33 mm
Cu = D <sub>60</sub> /D <sub>10</sub> = 5.84		
Cc = (D <sub>30</sub> ) <sup>2</sup> / (D <sub>10</sub> * D <sub>60</sub> ) = 0.91		



Observaciones: Todos los valores observados y calculados se ajustan a los valores para límites significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6006.

Realizado: Tico Roy S.A.  
Revisado: Ing. Jahry R. G.  
SILVER GEOTEC S.A.C.  
Ing. Civil Jorge E. ENRIQUETA OLIVERA

RLC: 20601685524 [Pág. 01]  
Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial de INDECOP con Resolución N° 004558-2016/OB





11 Anepi Fernández Quiroz N° 2871 M. 104 Vch. Lima  
 Pje. N° 105 N° 127 192 Olaya Huancaayo  
 Telef. 964349692 / 965555394  
 Correo: info@silvergeotec.com.pe

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-01	SG-N°79/2022

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA **TESIS:**

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**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:**  
 ANALISIS GRANULOMETRICO SEGUN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACION SUELOS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.130)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Modalidad:** Por el Cliente **Profundidad:** 1.50 m **Altud (Cota):** 3.377.83 m s.n.m.  
**Metodo de Muestra:** Excavación Manual **Nivel freático:** No presenta **Coordenadas UTM:** E: 485877 N: 6888015  
**Identificación de muestra:** Patrón 01 - M-01

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	74.00 g	4.0%	96.0%
N° 20	0.85 mm	63.00 g	7.4%	92.6%
N° 40	0.425 mm	25.00 g	8.8%	91.2%
N° 60	0.25 mm	32.00 g	10.5%	89.5%
N° 100	0.15 mm	112.00 g	16.5%	83.5%
N° 200	0.08 mm	145.00 g	24.4%	75.6%
PASA		1899.00 g	100.0%	0.0%
		1850.00 g		

Variables	Nro		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente V'	—	—	81.25
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	439.25
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	170.83
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>101</sub>	(g)	163.38
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>2</sub>	(g)	102.11
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>3</sub>	(g)	68.47
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	12.3%

Requisitos mínimos de espesores de material lijado seleccionado como representativo de la muestra total. Tamaño máximo partícula: 3 mm si se usa. Masa mínima recomendada - especimen -

**Clasificación de Suelos**  
 SUELOS (NTP 339.134) - CL **AASHTO (NTP 339.130) - A-5 (7.2)**  
*Arenillo de baja plasticidad con arena.*

Gruesa	[ N° 4 < φ < 3" ]	0.00%
Arenosa	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	24.40%
Fina	[ φ < N° 200 ]	75.60%

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



Todos los valores observados y calculados se ajustan a los requisitos estadísticos significativos y reducidos mencionados en la Práctica ASTM D422.

**OBSERVACIONES:**

Revisado: Tec. Ray S.R.  
 Revisado: Ing. Johy R. D.



Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 00488-2018/D80



Av. Perú, Huancayo, Calle N° 2005 Int. 104 s/d. Edif. Lima  
 Telf: 054 006668 / 85559554  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-05-22	12-07-22	M-01	SG-N°7A2022

SOLICITANTE: **Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA** TP&IS:

**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

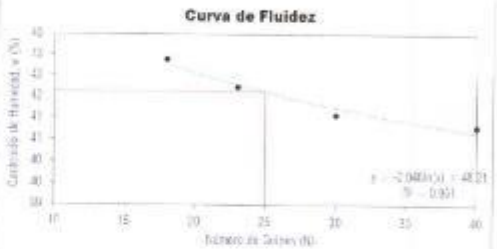
UBICACIÓN: **CHILCA**  
 DISTRITO: **CHILCA**  
 PROVINCIA: **HUANCAYO**  
 DEPARTAMENTO: **JUNÍN**  
 TÍTULO: **LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA N° 339.129 / CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 338.134) / AASHTO (NTP 338.135)**

Modo de Obto: **Por el Cliente** Profundidad: **1.50 m** Altitud (Creo): **3377.00 m s.n.m.**  
 Método de Muestreo: **Fraccionamiento Manual** Tipo de suelo: **NP** Coordenadas UTM: **E 483277.41 N 895015**  
 Identificación de muestra: **Plástico 01 - M-01**

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	W (%)			
	01	02	03	04
Número de Bólicas	10	10	10	10
Recipiente N°	11	11	11	11
(A) Masa de Contenedor Vaso	27.04	27.84	27.84	27.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	44.71	45.34	45.35	45.41
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	37.54	38.16	38.15	38.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	10.52	10.32	10.31	10.36
(E) Masa of Water (B-C)	7.17	6.98	6.97	6.97
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	67.68	67.23	67.23	67.28



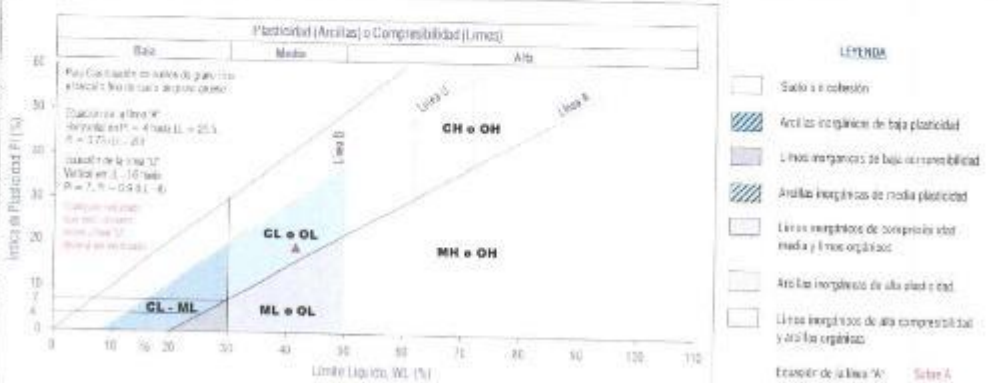
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	W (%)			
	01	02	03	04
Recipiente N°	11	11	11	11
(A) Masa de Contenedor Vaso	27.75	27.25	27.15	27.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	28.43	28.24	28.75	29.17
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	27.25	27.38	27.83	27.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	0.47	0.13	0.68	0.02
(E) Masa of Water (B-C)	1.22	1.09	1.21	1.31
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	28.49	28.33	28.76	28.92

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>25</sub> )	: 47.5%	Plastic Limit (PL <sub>25</sub> )	: 22.5%	Plasticity Index (PI)	: 19.0%
----------------------------------	---------	-----------------------------------	---------	-----------------------	---------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) : **CL** AASHTO (ASTM D6923-15) : **A-5 (1)**  
**Arcilla de baja plasticidad con arena.**



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

Realizado: **Jec. Rely S.R.**  
 Revisado: **Ing. Arley R.O.**



RUC: 2061865524  
 Pág. 02

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





Av. Arica 1000, Lima  
 Av. Bolivia N° 122, Lima  
 Tel: 94540000 / 75551994  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	DDO, MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-01	SO. N° 1302022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**  
 UBICACIÓN: LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
 DISTRITO: CHILCA  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DEPARTAMENTO: JUNIN  
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

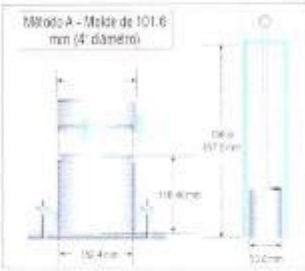
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127

Muestra: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Pádelo 01 N-03  
 Procedimiento utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arena de baja plasticidad con arcilla  
 Altitud (Cms): 3.377.00 m a.s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483077.4880015  
 Escala: 2:50

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

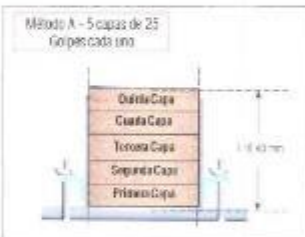
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	M	Capas	0.00	0.00	0.00	0.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	55.00	55.00	55.00	55.00
(A) Masa del Suelo (húmedo & Molde)	M <sub>can</sub>	(g)	5039.00	6001.00	6039.00	6010.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1197.00	1859.00	1897.00	1868.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	952.34	952.34	952.34	952.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.258	1.954	2.003	1.962



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	—	—	01	02	03	04
(A) Masa de Contenedor Vazio	M <sub>1</sub>	(g)	51.90	52.19	52.30	53.59
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	204.86	215.11	215.08	228.79
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	277.67	291.76	277.55	254.95
(D) Masa de Suelo Seco (E-M)	M <sub>4</sub>	(g)	225.75	239.56	225.25	201.36
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	27.19	23.35	27.53	27.44
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	12.04	14.15	16.45	16.13
(G) Densidad Seca	—	g/cm <sup>3</sup>	1.682	1.747	1.747	1.682



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.757
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.50
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (lb/ft <sup>3</sup> )	110.2

**REVISIONES:**

Revisado:	Tec. Ray S.R.
Revisado:	Ing. Jimmy R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Pruebas Geotecnia y Pavimentación

Ing. Civil Johnny E. PATRULLONDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 2001552

RUC: 20801683524  
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004858-2018/080



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2057 14, 104 Urb. El Sol  
 Lima  
 RUC: 2061663324  
 Tel: 4624303 / 95559549  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	15-07-22	M-01	BG_N792022

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

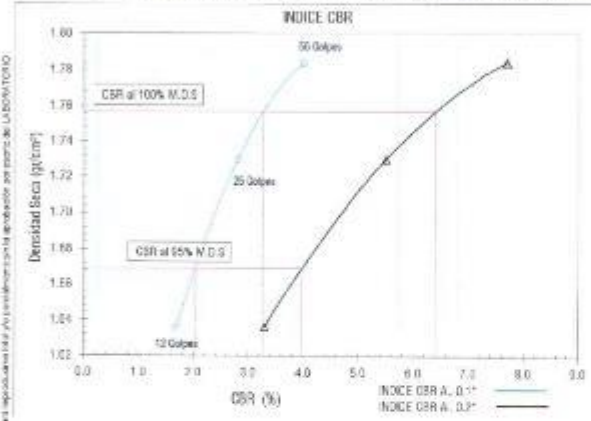
METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145.

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Paredón 01, N° 01  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.  
 Altitud (Cota): 3.277.00 m s.n.m.  
 Coordenada UTM: E 463077 N 9860010

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**

Este informe de laboratorio está sujeto a los términos y condiciones de servicio y de privacidad de datos de LABORATORIO

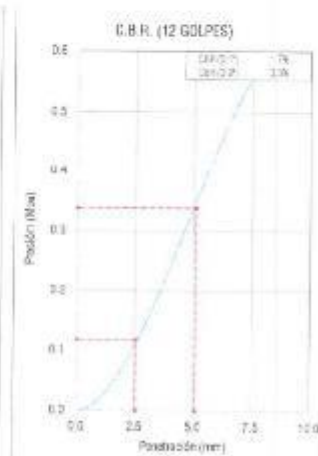
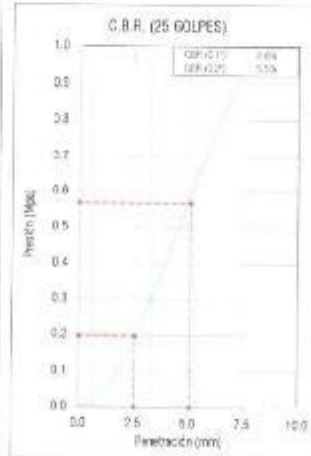
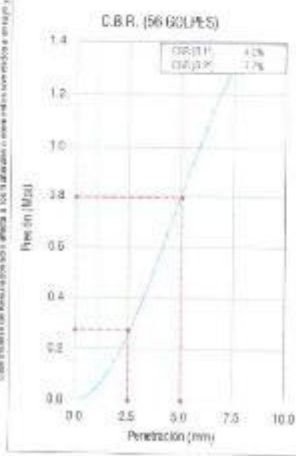


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : NTP 339.141  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (Gravimétrica) : 1.737  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.33  
 95% Máxima Densidad Seca (Gravimétrica) : 1.669

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (0.1" / 2.5)	3.27
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (0.1" / 2.5)	2.93



OBSERVACIONES:

Revisado: Tsc. Rey S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Bases, Control y Pasados  
 Ing. CYNTHIA VILCA  
 C. R. Nº 00000000

RUC: 2061663324  
 (Pág. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 00488-2013/DG



Av. General Gálvez N° 2005 P.O. 104 P.O. Lima  
 P.O. Box N° 132-152 Chica, Francisco  
 Telef. 26404661 / 55550584  
 Correo: [lab@silvergeotec.com](mailto:lab@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-06-22	02-06-22	M-01	83 N°792022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad:	In situ (Directa)	Profundidad:	1.50 m	Altitud (Cota):	3.377.00 m s.n.m
Método de Muestreo:	Extracción Manual	Napa freática:	No presente	Coordenadas UTM:	E 493072 N 6690015
Identificación de muestra:	Parcela 01 M-01				

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 8.3



Imagen: Escala pH

**METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 13.4 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 25 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en el laboratorio de ensayos de suelos y aguas subterráneas de SILVER GEOTEC S.A.C. (LIMA) y no debe ser utilizado para fines de auditoría o certificación de resultados.

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruro y Sulfato están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg).

Revisado: Tsc. Ayo S.R.  
 Revisado: Ing. Jeremy R. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Dirección: Lima  
 Laboratorio de Suelos, Aguas y Petróleos  
 Ing. Chiley R. RAMÍNGO GUERRA  
 C.I. N° 201204

RUC: 20601685534  
 (Pag. 05)

Laboratorio de Ensayo de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004566-2018/D80



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2669 1to. 304 Urb. El Oro  
 Calle N° 137 13.1 Urbanización Huancayo  
 Telf: 46204668 / 95593304  
 Correo: silvergeotec@comcel.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-02	SG-N°79202

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TEMA:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**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 NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (NTP 339.134) / AASHO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Modalidad:** Foro al Cuadro  
**Metodo de Muestreo:** Remoción Manual  
**Identificación de muestra:** Patrón C1 M-02

**Profundidad:** 1.50 m  
**Altitud (Cota):** 3,577.00 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E: 684077 N: 6660015

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Reten. de Acumulado	% Que Pasa
3	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
7	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
7"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	18.75 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	15.00 g	0.8%	99.2%
N° 10	2.00 mm	65.00 g	3.4%	96.6%
N° 20	0.85 mm	74.00 g	3.9%	96.1%
N° 40	0.43 mm	69.00 g	12.5%	87.5%
N° 60	0.25 mm	15.00 g	13.5%	86.5%
N° 100	0.15 mm	123.00 g	20.1%	79.9%
N° 200	0.08 mm	85.00 g	24.7%	75.3%
PASA		1893.00 g	100.0%	0.0%
		<b>1850.00 g</b>	<b>100.0%</b>	<b>100%</b>

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	hm		Muestra
	Var	Unidad	
Resquebraje N°	---	---	0-30
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	(g)	415.38
(B) Peso de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>1</sub>	(g)	1778.35
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>2</sub>	(g)	1624.35
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	1208.97
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	154.00
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	12.6%

Resultados mínimos de espesor de materia húmeda: se arrojan como representativos de la muestra total. Tensión máxima permitida % que pasa: Máx. mínima recomendada = capacidad =

**Clasificación de Suelos**

USCS (NTP 339.134): CL AASHO (NTP 339.135): A-3 (12)

Arcilla de baja plasticidad con arena.

**Resultados de la Granulometría**

Grava: [ N° 4 - φ - 2"]	0.80%
Arena: [ 2" - 200 - φ - N° 4 ]	23.50%
Fines: [ φ - N° 200 ]	75.70%

**Coefficientes / Fines ≤ 12% (NTP 339.134)**

D <sub>10</sub> =	D <sub>30</sub> =	D <sub>60</sub> =
C <sub>u</sub> = D <sub>60</sub> /D <sub>10</sub>	C <sub>c</sub> = (D <sub>30</sub> - D <sub>10</sub> ) / (D <sub>60</sub> - D <sub>30</sub> )	



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los límites de los gráficos significativos y tendrán establecidas en la Tabla ASTM D 6002.

**OBSERVACIONES:**

Aprobado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jairo R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Laboratorio de Geotecnia  
 Laboratorio de Química y Física

Ing. Chelcy E. RIVERA OLIVERA  
 INGENIERO

PUC-2060-685524  
 [Pag. 01]





Avda. Fernández Guardia N° 2027, Of. 104, 085, 2do. Piso  
 P.O. Box N° 133, 152, Chila, Huancayo  
 Telf: 944444444 / 95505554  
 Correo: silvergeotec@outlook.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-02	SG-N°192002

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:** LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN (SUS) (NTP 339.154) / AASHTO (NTP 339.129)

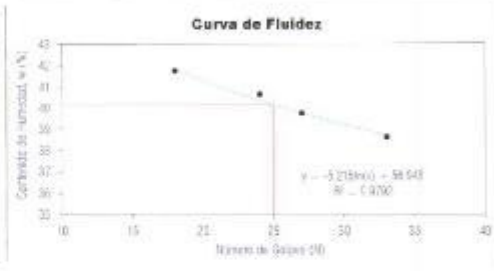
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:** Método de Muestreo: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Extracción Manual  
 Identificación de muestra: Patrón 01 - M-02

Profundidad: 1.50 m  
 Marca Inicial: 16 P  
 Área (Corte): 3.277 00 m<sup>2</sup>  
 Coordenadas UTM: E 483077.889010

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	25	25	25	25
Recipiente M <sup>3</sup>	---	10.18	10.47	10.28	10.74
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub> (g)	21.25	21.65	22.08	22.19
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wet</sub> (g)	45.38	46.49	46.50	48.04
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>dry</sub> (g)	35.28	34.71	34.98	34.91
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub> (g)	14.03	13.06	13.50	13.23
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub> (g)	7.10	7.18	8.95	9.88
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	50.52	54.05	65.71	74.63



**Límite Plástico (Método Manual)**

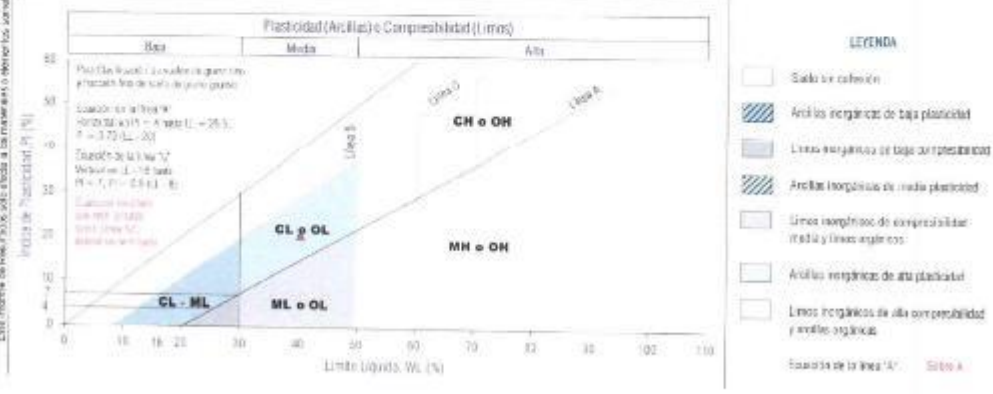
Variable	Unidad	01	02	03	04
Recipiente M <sup>3</sup>	---	8.83	8.25	10.07	8.24
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub> (g)	20.14	22.84	22.54	22.73
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wet</sub> (g)	39.18	38.96	39.48	38.88
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>dry</sub> (g)	28.89	28.75	28.38	28.64
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub> (g)	8.66	8.17	8.92	8.25
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub> (g)	7.19	7.21	7.12	7.23
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	82.57	88.00	79.14	88.67

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 49.2%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 19.6%	Plasticity Index (PI)	: 29.6%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	---------

**Clasificación de Suelos**

SUS (ASTM D2487-17) = CL AASHTO (ASTM D2382-15) / A-3 (L)  
 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

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio Geotécnico  
 Laboratorio de Suelos, Cimentos y Pavimentos

Ing. OVIDIO Y. BUSTAMANTE OLIVERA  
 I. D. N° 2010

RUC: 20051605574  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2015/D60



Av. Jorge Fernández Osoyo Nº 2099-01, 5to. piso, Lima  
 Perú, Muestrero Nº 122-152 (Edificio Huancajaya)  
 Telf: 0043-99992 / 55530004  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-02	80-N°79/2022

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA  
**TESIS:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

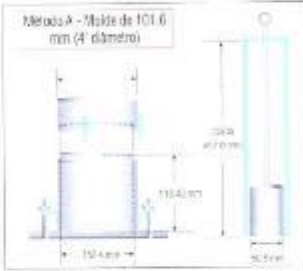
**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**UBICACIÓN:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAJAYA  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**ENSAYOS REALIZADOS:** PROYECTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**MODALIDAD:** Foral Cliente  
**Identificación muestra:** Proctor 02, M-02  
**Procedimiento Utilizado:** Wilbur A  
**Profundidad:** 1.50 m  
**Símbolo de Suelo:** CL  
**Clasificación de Suelo:** Índice de Plasticidad (IP) 20  
**Altura (Cota):** 3 312.00 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E: 483677 N: 6600015  
**ES:** 2.00

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

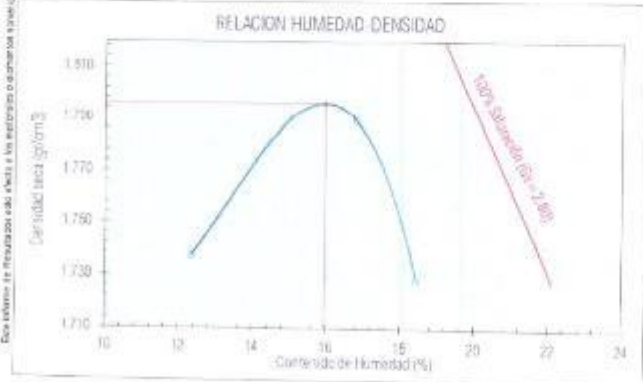
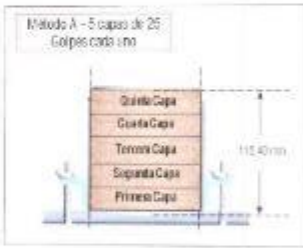
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Río		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Número de Golpes por Capa	n	Golpes	26.00	26.00	26.00	26.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Veldr	M <sub>wh</sub>	(g)	5962.87	6043.00	6091.32	6231.00
(B) Masa del Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	3142.00	3192.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	(g)	1820.87	1851.00	1949.32	2089.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.962	2.000	2.090	2.240



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Río		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente NP	—	—	N° 26	N° 84	N° 78	N° 54
(A) Masa de Contenedor Vazio	M <sub>c</sub>	(g)	82.70	84.23	84.74	84.25
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>wh</sub>	(g)	363.45	325.09	313.37	339.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	277.17	291.26	277.99	294.90
(D) Masa de Suelo Seco (D-N)	M <sub>s</sub>	(g)	229.99	237.26	233.61	249.06
(E) Masa de Agua (E-C)	M <sub>w</sub>	(g)	27.78	24.32	27.62	44.57
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w (%)	(%)	12.52	14.47	18.81	18.44
(G) Densidad Seca	—	g/cm <sup>3</sup>	1.727	1.761	1.760	1.720



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm³) : 1.76  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 16.06  
 Peso Unitario Seco Máximo Modificado (lb/ft³) : 112.7

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Ing. Roy S.B.  
 Revisado: Ing. Jonny R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorios Geotecnia y Geotecnia  
 Ing. Ciro Arturo R. SULLISTAYO OLIVERA  
 C.I.P. 107300000  
 RUC: 20601685524  
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 024588-2016/C60



In Argel Fernández Quiroz N° 283 en 1da. Av. Eloy  
 Fajó, Urban N° 127, 13/14 Edif. Plaza del  
 Sol, 0448000, 15550284  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: *in situ* Cliente  
 Identificación muestra: Patrón OT-M-02

Profundidad: 1.00 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-22	15-07-22	M-02	80 N°70/2022

TESIS:

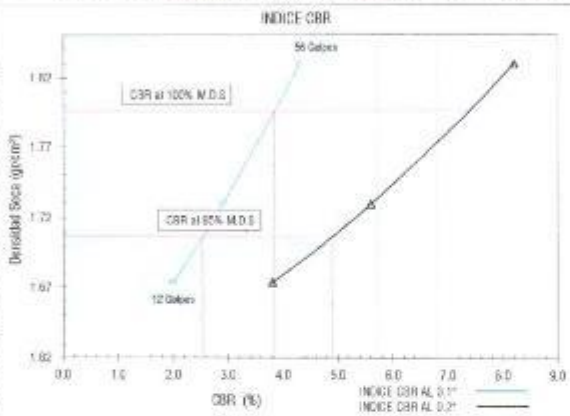
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Este informe de finalización está sujeto a las normativas, estándares y especificaciones de los clientes y no debe reproducirse total o parcialmente en la documentación por efectos de JURISDICCION

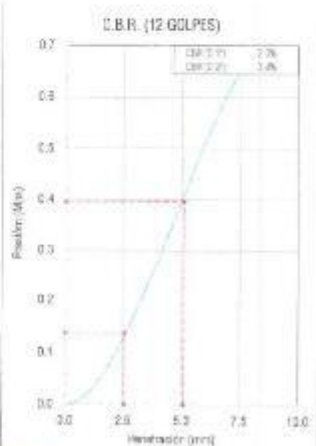
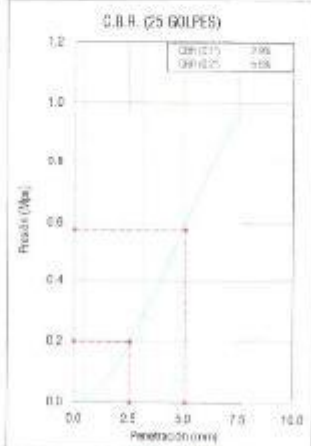
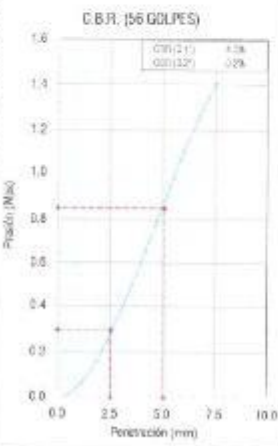


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : NTP 339.145  
 Método de Compactación : Método 1  
 Máxima Densidad Seca ( $K/cm^3$ ) : 1.796  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.95  
 95% Máxima Densidad Seca ( $K/cm^3$ ) : 1.706

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%) : 3.86  
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%) : 2.54



OBSERVACIONES:

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio de Geotecnia,  
 Laboratorio de Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Jaime R. TAYLOR OLIVERA  
 Gerente General

RUC: 2050163574  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-20/6C6D



Av. Angón Fernández Quiroz N° 2505 HC, 184 y B, Edo. Lima  
 Pje. Talpa N° 122-152 Chica, Huancayo  
 Telf: 964346968 / 955251586  
 Correo: [ventas@silvergeotec.com](mailto:ventas@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA REGO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
18-05-22	02-05-22	M-02	SG-1750022

**SOLICITANTE:**  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

**TESIS:**  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Por el Cliente	Profundidad: 1.50 m	Altura (Cota): 3-377.00 m s.n.m.
Método de Muestreo: Excavación Manual	Napa freática: No presente	Coordenadas UTM: E-483077 N-8562015
Identificación de muestra: Patrón 01_MQ2		

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales o componentes administrados a pedido y no cubre ni garantiza la exactitud de los datos ni la precisión de los cálculos. (USP/CI/080)

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

**pH :** 8.1

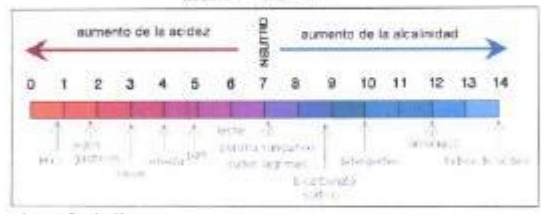


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

**SS :** 13.8 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

**SS :** 24 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** (Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para ellas en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg).

Revisado: Téc. Roy J. R.  
 Revisado: Ing. Jenny B. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Cimentas y Pavimentos

Ing. CYNTHIA VILCA  
 C.A.P. 00100000

RUC: 20601685604  
 (Pag. 05)





Av. Angas Fernández Quevedo N° 2057 Int. 104 Urb. Elba Lora  
 P.O. Box N° 121 152 Chica, Huanayo  
 Telf: 96046480 / 95250258  
 Correo: silvergeotec@terra.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA REG. ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-03	SG. N°79/2022

SOLICITANTE:

TEMA:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

ENSAYOS REALIZADOS:

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.131  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / CASO (NTP 339.135)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Por el Cliente  
 Método de Muestreo : Estimación Manual  
 Identificación de muestra : Pajón 01 - M-03  
 Profundidad : 1.00 m  
 Napa física : Tal como se  
 Altud (Cota) : 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E 483077 N 8960310

Tamizaje ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3	75.00	0.00 g	0.0%	100.0%
7	50.00	0.00 g	0.0%	100.0%
15/2	37.50	0.00 g	0.0%	100.0%
30	25.00	0.00 g	0.0%	100.0%
60	15.00	0.00 g	0.0%	100.0%
75	9.50	0.00 g	0.0%	100.0%
N° 4	4.75	36.00 g	2.2%	97.8%
N° 10	2.00	74.00 g	6.8%	93.2%
N° 20	0.85	82.00 g	10.7%	89.3%
N° 40	0.43	28.00 g	12.4%	87.6%
N° 60	0.25	17.00 g	13.4%	86.6%
N° 100	0.15	15.00 g	14.4%	85.6%
N° 200	0.08	2.00 g	14.5%	85.5%
PASA		1386.00 g	100.0%	0.0%
		<b>1614.00 g</b>	<b>100.0%</b>	<b>100%</b>

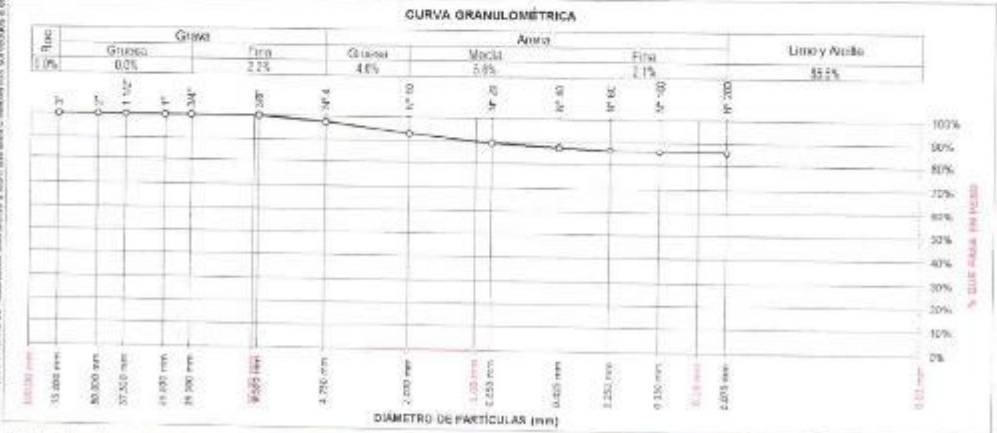
Variables	Muestra		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°			N° 96
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	g	5.236
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>u</sub>	g	15.1236
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	g	13.0425
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	1.18189
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	1.7711
(F) Contenido de Humedad (100% F1)	w	(%)	9.3%

Registros referidos de espesor de material  
 Número seleccionado como representativo de la muestra total  
 \* Tamaño máximo permitido % que pasa  
 (Masa mínima recomendada - según caso)

SUCS (NTP 339.134) : CL	CASO (NTP 339.135) : (4-7.5) (X)
Arcilla de baja plasticidad	

Grava	[ N° 4 - φ < 3" ]	2.29%
Arilla	[ N° 200 - φ < N° 4 ]	17.16%
Fina	[ φ < N° 200 ]	80.55%

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



Todo los valores observados y calculados se alineará a la derecha con los dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Revisado: Tte. Roy S.R.  
 Preparado: Ing. Johnny R. G.



Ing. CIVIL JOHNNY RAYMUNDO GARCÉS  
 C.I.P. N° 10000

RUC: 20501626524  
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 04588-2016/06C



Av. Independencia QUINTA Nº 2805 H. 754 Av. F. de Lina  
 Pte. Norte Nº 122, 152 Chila, Huancayo  
 Telf: 045454905 / 045454942  
 Correo: silvergeotec@netcom.pe

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-22	13-07-22	M-03	80 N/96X002

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN SUCE (NTP 339.134) Y AASHTO (NTP 339.138)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad : Por el Cliente  
 Método de Muestreo : Excavación Manual  
 Identificación de muestra : Muestra 01 - M-03  
 Profundidad : 1.50 m  
 Mapa Geotico : N.P.  
 Aflujo (Cota) : 3.377.00 m s n m  
 Coordenadas UTM : E 493077N 8563015

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Unid.	Hum.			
		01	02	03	04
Barro de Gómpes	M	15	25	30	30
Recipiente N°	---	10.10	10.28	10.74	10.40
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	22.38	22.76	23.18	23.29
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>h</sub>	45.29	46.30	46.40	45.98
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	36.26	36.51	36.62	36.40
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	15.98	16.35	16.28	16.14
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	7.00	7.09	6.93	6.58
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	44.02	42.79	41.78	40.84



**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Unid.	Hum.			
		01	02	03	04
Recipiente N°	---	10.10	10.45	10.25	10.14
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	22.14	22.84	22.54	22.31
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>h</sub>	29.15	29.95	29.48	29.33
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	28.17	28.55	28.48	28.73
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	9.98	9.71	9.91	9.40
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	1.03	1.11	1.03	1.16
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	17.22	17.87	17.42	17.81

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>60</sub> )	: 42.3%	Plastic Limit (PL <sub>20</sub> )	: 17.6%	Plasticity Index (PI)	: 24.7%
----------------------------------	---------	-----------------------------------	---------	-----------------------	---------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCE (ASTM D2487-17) : CL | AASHTO (ASTM D5282-15) : A-7.6 (U)  
 Arcilla de baja plasticidad.

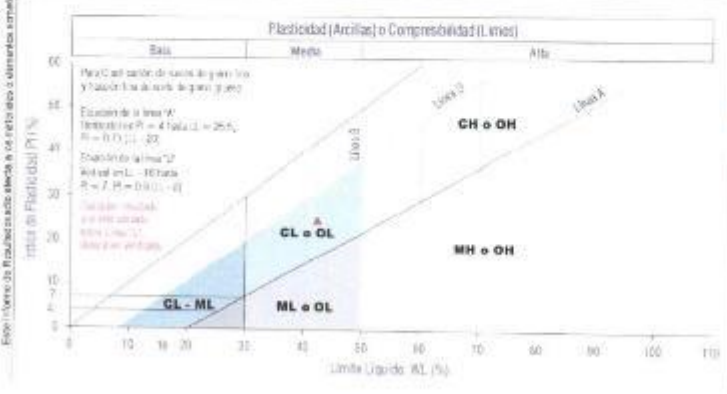


Tabla de Plasticidad o zonada según figure 4.71 Plasticity Chart pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das Ph.D., Ed.2010.

Realizado: Ing. Jony S.R.  
 Revisado: Ing. Jony R. D.



RUC: 20601885024  
 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2016/03D



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Ed. 104 Urb. El Sol  
 Pte. Hualpa N° 122-132 Chilca, Hualpa  
 Telf: 0444466795500044  
 Correo: silvergeotec@peru.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-03	SG-NY32022

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TEMA:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

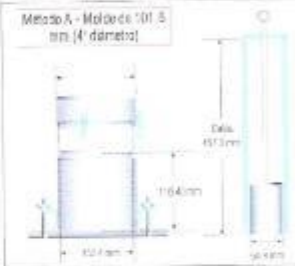
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Medialidad: Por el Cierre Profundidad: 1.50 m Altitud (Cota): 3.347.02 m s.n.m.  
 Identificación muestra: Pecon 01 M-03 Símbolo de Suelo: CL Coordenadas UTM: E 483677 N 8080315  
 Procedimiento Utilizado: Método A Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad Gs: 2.65

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

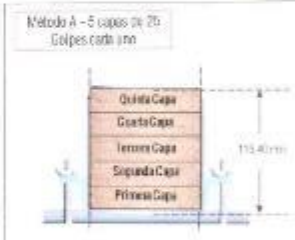
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	3.00	3.00	3.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	25.00	25.00	25.00	25.00
(A) Masa del Suelo: número 6 Molde	M <sub>can</sub>	(g)	5897.00	6062.00	5698.00	6175.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4182.00
(C) Peso de Suelo (Número Compactado)	(A - B)	(g)	1749.00	1920.00	1556.00	2023.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	933.34	933.34	933.34	933.34
(E) Densidad Máxima	(C/D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.873	2.059	1.668	2.169



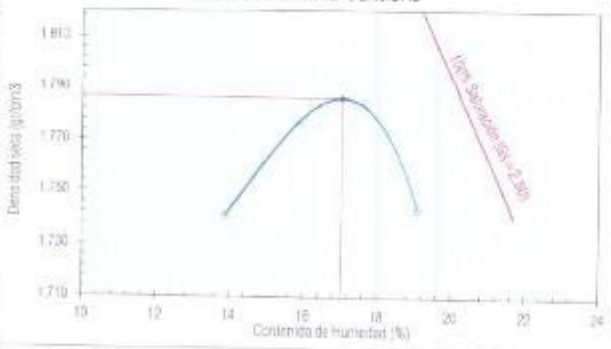
**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Respiómetro N°	---	---	01	02	03	04
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	53.74	54.94	55.10	55.85
(B) Masa de Contenedor + Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	451.78	472.31	482.24	484.96
(C) Masa de Contenedor + Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	423.55	415.14	401.21	417.00
(D) Masa de Suelo Seco (D-7)	M <sub>4</sub>	(g)	369.82	360.18	346.23	361.11
(E) Masa de Agua (D-7)	M <sub>5</sub>	(g)	81.96	117.13	135.98	123.89
(F) Contenido de Humedad (% (D-7))	w	(%)	13.00	19.97	17.89	18.10
(G) Densidad Seta	ρ <sub>seta</sub>	gr/cm <sup>3</sup>	1.741	1.777	1.654	1.744



Este informe de resultados solo aplica a los materiales y elementos sometidos a ensayo y no debe replicarse para otros materiales o elementos sin la autorización del Laboratorio.

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima (Seco gr/cm <sup>3</sup> )	1.737
Óptimo Contenido de Humedad (%)	17.89
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kN/m <sup>3</sup> )	112.1

Observaciones:

Realizado: Jec. Roy S.R.  
 Revisado: Mg. Ashy R.D.



RJC: 20601865024  
 [Pag. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/DSD



J. Ángel Fernández Ochoa N° 20919-334 Urb. Tika  
 Lima  
 P.O. Box N° 102, 152 Chila, Huancayo  
 Telf: 043444411 / 55444044  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15.05.22	15.07.22	M-03	SG 1578/2022

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJA VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

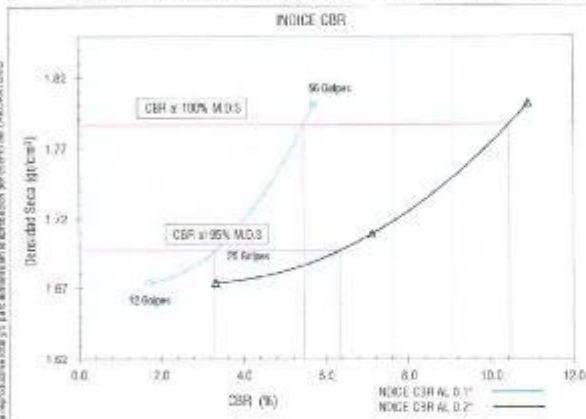
METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente Profundidad: 1.00 m Altitud (Cota): 3.377 (6) m s.n.m.  
 Identificación muestra: Pielón 01 - M-03 Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E 483077 N 8990116  
 Clasificación del Suelo: Arcilla de bajo plasticidad

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**

Este informe de resultados de ensayos de laboratorio de suelos compactados de muestra M-03, para ser usado en la construcción de subrasante de vías de tránsito de baja volumen de tránsito.

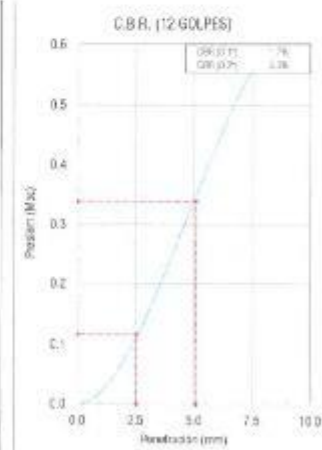
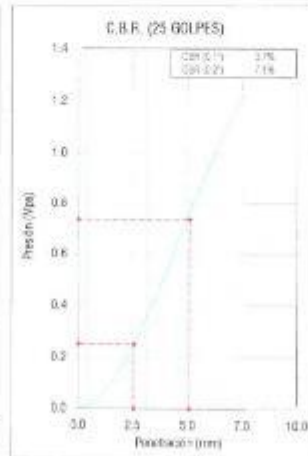
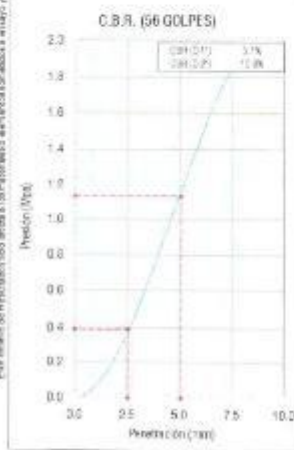


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado: NTP 339.145  
 Método de Compactación: Método A  
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>): 1.787  
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 17.03  
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm<sup>3</sup>): 1.697

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. a 100% DE M.D.S. 0.1" (26) : 3.46  
 C.B.R. a 95% DE M.D.S. 0.1" (26) : 3.29



OBSERVACIONES:

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



RIC: 20601683524  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial de INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/COS





Av. Angas Fernández Quiroz N° 2509 Int. 104 y 111, Lima  
 Pje. Huaco N° 122-152 Chaca Huancayo  
 Telef. 94424688 / 95650524  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-05-22	02-08-22	M-03	SS N° 79622

SOLICITANTE:  
**Bach. CLEMENTE VLCA, CYNTHIA**

TESIS:  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

ENSAYOS REALIZADOS:  
 - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Modalidad : Por el Cliente  
 Método de Muestreo : Extracción Manual  
 Identificación de muestra : Ploteo 01 M-03  
 Profundidad : 1.50 m  
 Mapa física : No presenta  
 Altitud (Data) : 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : 8.444077 N 5655015

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : **8.8**

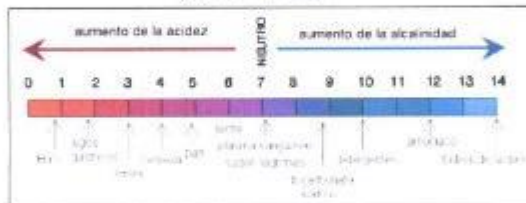


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : **14.1 mg/kg**

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : **26 mg/kg**

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

Este informe es propiedad de Silver Geotec S.A.C. y no debe ser utilizado sin la autorización de Silver Geotec S.A.C.

OBSERVACIONES: Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg).

Revisado: Tsc. Ray S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Gerentes: Dr. Felipe  
 Lic. Carlos de S. y Lic. Juan Carlos  
 Inc. Civil Juan B. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I. 1.987.20.152

RUC: 2082186534  
 Pág. 05



Av. Angel Fernandez Quiroz N° 2668 Int. 306 Urb. E3A, LIMA  
 Rg. N° 001012-01-2014-00001  
 Rg. N° 001012-01-2014-00001  
 Telf: 960405688 / 955593994  
 Correo: [silvergeotec@silvergeotec.com](mailto:silvergeotec@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	15-07-22	M-02	BG-N°192022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TITULO:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SODICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO"

**UBICACION DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

ANALISIS GRANULOMETRICO SEGUN NORMA NTP 339.138  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.137  
 CLASIFICACION SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Prola Carretera Profundidad: 1.00 m Altitud (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
 Método de Muestreo: Excavación Manual Espesor base/capa: 1m (presente) Coordenadas UTM: E: 483371 N: 8560015  
 Identificador de muestra: Adición del 8% de NaOH

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	55.00 g	2.5%	97.5%
N° 4	4.75 mm	334.03 g	16.3%	83.7%
N° 10	2.00 mm	255.03 g	27.4%	72.6%
N° 20	0.85 mm	125.03 g	32.7%	67.3%
N° 40	0.43 mm	89.00 g	36.4%	63.6%
N° 60	0.25 mm	62.00 g	38.0%	61.0%
N° 100	0.15 mm	57.00 g	41.2%	58.8%
N° 200	0.08 mm	12.00 g	41.7%	58.3%
PA54		1389.00 g	100.0%	0.0%
		2383.00 g	100.0%	100%

Variables	No		Muestra
	Var	Unidad	
Temperatura T	---	---	8.00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	0.02
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	0.03
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	0.03
(D) Peso de Suelo Seco (G-A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.03
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Retención mínima de espesor de material húmedo seleccionado cuando se requiere datos de la muestra total:   
 - Tamaño máximo permitido % que pasa:   
 - Masa mínima requerida: - es decir: -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (NTP 339.134) : CL AASHTO (NTP 339.135) : A-3 (2)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava.

Grava	[ N° 4 - φ - 3" ]	16.26%
Arena	[ N° 200 - φ - N° 4 ]	25.46%
Finos	[ φ - N° 200 ]	58.26%

D <sub>10</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>60</sub>
C <sub>u</sub> = (D <sub>60</sub> ) <sup>2</sup> / (D <sub>10</sub> * D <sub>30</sub> )		



Todos los valores observados y calculados se ajustan a los decimales para dígitos significativos y referidos está basado en la Práctica ASTM D 6025.

**OBSERVACIONES:**

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Rocas y Cimentación

Ing. Civil Johnny R. FAYUNDO OLIVERA  
 C.I. N° 201012

RUC: 20601685024  
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 024588-2018-088D



Avista Fernando Colaco N° 2039 y/o 104 Urb. Dos Umas  
 Pje. Huayco N° 122, 152 Chica Huancayo  
 Telef: 96026688 / 95502534  
 Correo: silvergeotec@comcast.net

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-02	SG. N°79/2022

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:** ENSAYOS REALIZADOS:

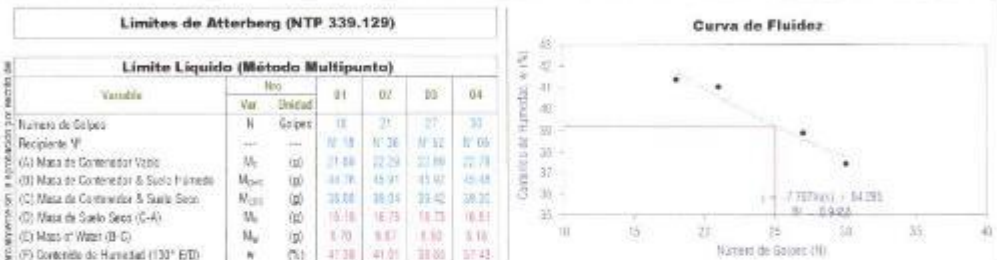
**UBICACIÓN:** LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.  
**DISTRITO:** CHILCA  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DEPARTAMENTO:** JUNÍN

**LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129**  
**CLASIFICACIÓN: SUCS (NTP 339.134) Y AASHTO (NTP 339.135)**

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Modalidad:** Por el Cliente  
**Método de Muestreo:** Excavación Manual  
**Identificación de muestra:** Adición del 8% de NaOH - M-02

**Profundidad:** 1.50 m  
**Mapa Topográfico:** N.P.  
**Altitud (Cota):** 2.377.00 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E: 483077.11 8860016



**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Hrs.					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente V'	---	---	10.31	11.05	11.36	11.04
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	(g)	23.46	23.94	24.50	24.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>h</sub>	(g)	31.23	32.94	31.56	31.91
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	(g)	23.89	24.71	24.29	24.63
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>d</sub>	(g)	8.55	8.78	8.44	8.88
(E) Masa de Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	7.33	7.33	7.27	7.23
(F) Contenido de Humedad (100% E/D)	w	(%)	19.14	18.67	19.70	19.46

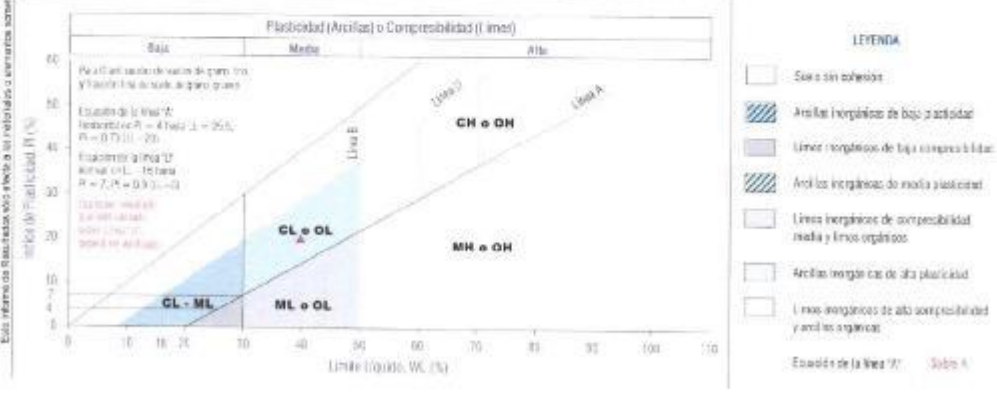
**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>u</sub> )	: 40.7%	Plastic Limit (PL <sub>u</sub> )	: 19.5%	Plasticity Index (PI)	: 20.2%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	---------

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D5280-15) : A-5 (7)

*Arcilla arcillosa de baja plasticidad con grava.*



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4-2: Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - 3ra Ed. (4a Ed.) - Terzaghi y Peck

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



RUC: 2060168504  
 [Fig. 30]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/D6D



Av. Angel Velazquez Caceres N° 2639 34. 104 años. 1316. Lima  
 Ave. Nicolás B° 123-1501 Pisco, Pisco  
 Tel: 8664600 / 86655564  
 Correo: comercial@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-02	SG- N°792022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TITULO:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Localidad: Pisco Oriente  
 Identificación muestra: Admisión del sitio de trabajo M-02  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.00 m  
 Modelo del Suelo: CL  
 Clasificación de Suelo: Arcilla arcillosa de baja plasticidad con gravilla  
 Área (Corta): 3.37706 m<sup>2</sup> a 1 m  
 Coordenadas UTM: E: 482077 N: 6660019  
 Escala: 2:80

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

**Compactación según ASTM D1557-12e1**

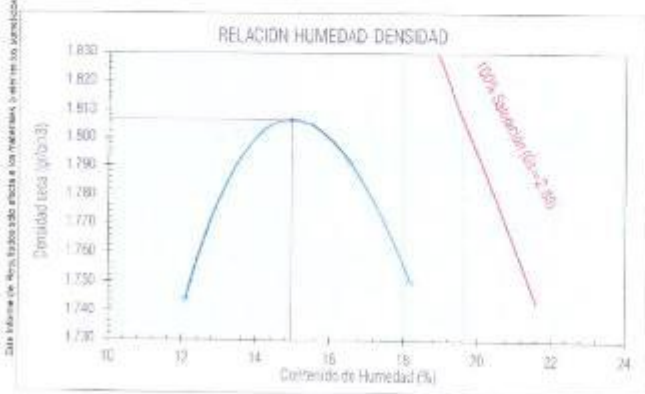
Variable	Hno					
	Var	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	58.00	59.00	58.00	59.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>moj</sub>	[kg]	5060.83	4952.00	5029.33	4771.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	[kg]	4142.83	4142.00	4142.83	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	[kg]	918.00	1810.00	1886.50	1629.00
(D) Volumen del Molde	V	[cm <sup>3</sup> ]	982.34	982.34	982.34	982.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	[g/cm <sup>3</sup> ]	1.820	2.289	2.000	2.262

Método A - Moide de 101.6 mm (4" diámetro)

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Hno					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	1: 26	2: 14	3: 02	4: 28
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	[g]	31.72	32.37	32.48	32.17
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>moj</sub>	[g]	303.86	324.31	314.08	307.75
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>se</sub>	[g]	270.67	280.25	279.66	270.39
(D) Masa de Suelo Seco (G-1)	M <sub>s</sub>	[g]	238.95	247.88	247.17	240.71
(E) Masa de Water (G-2)	M <sub>w</sub>	[g]	27.29	33.81	27.72	42.48
(F) Contenido de Humedad (100° E/3)	w	[%]	12.10	18.22	16.33	19.30
(G) Densidad Seca		[g/cm <sup>3</sup> ]	1.744	1.832	1.792	1.751

Método A - 5 capas de 20 golpes cada una



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.820
Óptimo Contenido de Humedad (%)	15.5
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (g/cc)	1.820

**OPINACIONES:**

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio Geotécnico  
 Laboratorio de Muestreo y Pruebas

Ing. CYNTHIA R. ELLIANDER OLIVERA  
 C.I.T. N° 304162

R.U.: 20601685504  
 [Fg. 3/3]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004689-2019/DSD





Ingeniería Geotécnica y Ambiental  
 Ingeniería Geotécnica y Ambiental  
 Laboratorio de Ruido, Vibración y Parosismo

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-05-22	15-07-22	M02	SG-N780022

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

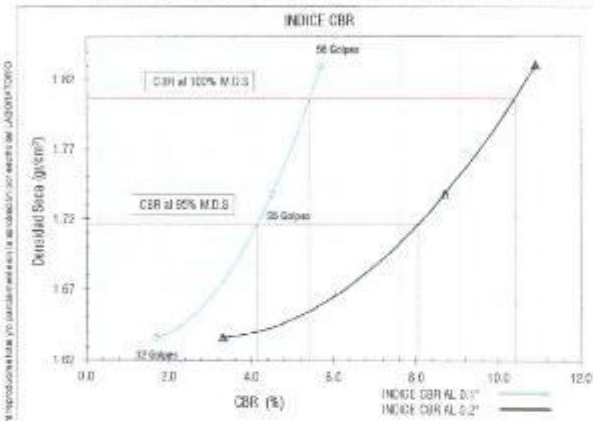
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS (4%) ANISALURIO SEGUN NORMA NTP 339.146

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modelado: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 8% de NaOH - M02  
 Profundidad: 1.00 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla arenosa de baja cohesión con gra-s  
 Altitud (Cota): 5.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 483077 N: 8660015

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.146

Este informe de resultados solo aplica a los miembros y servicios contratados y no debe ser reproducido total o parcialmente sin la autorización expresa de SILVER GEOTEC

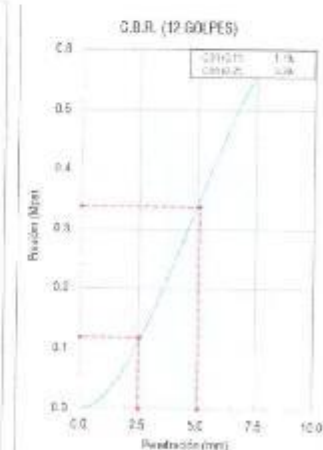
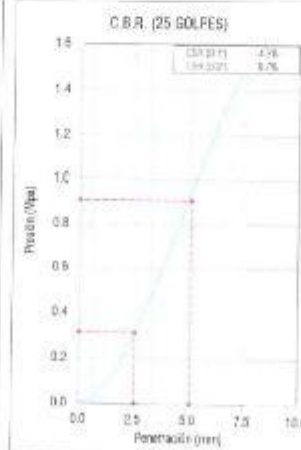
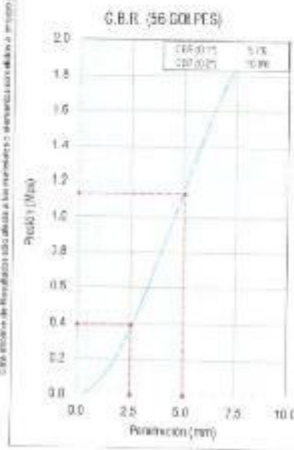


Resultados Ensayos Compactación

Factor Modificado: 5.17 (29.1%)  
 Método de Compactación: Método A  
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³): 1.807  
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 14.97  
 95% Máxima Densidad Seca (gr/cm³): 1.715

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%)	4.75
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%)	4.15



OBSERVACIONES:

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



Ing. CNE Jairo E. GUZMÁN OLIVERA  
 C.P. N° 20001635524

PLAC: 20001635524  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/080.



Angel Fernández Cuervo N° 2809 Int. 104 Urb. El Sol  
 Pje. Valle N° 121 - 52 Chilo, H. Zarco  
 Telf: 94046481 / 94026544  
 Correo: silvergeotec@peru.net

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-06-22	02-06-22	M-02	84 N°79/2022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad:	Por el Cliente	Profundidad:	1.50 m	Altus (Cota):	3.377.00 m s.n.m.
Método de Muestreo:	Excavación Manual	Napa fractica:	Se presenta	Coordenadas UTM:	E: 483077.9860015
Identificación de muestra:	Adición del 8% de NaOH - M-02				

Este informe de resultados solo afecta a los materiales o servicios sometidos a ensayo, no afecta los resultados obtenidos por otros procedimientos de laboratorio (CEN).

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

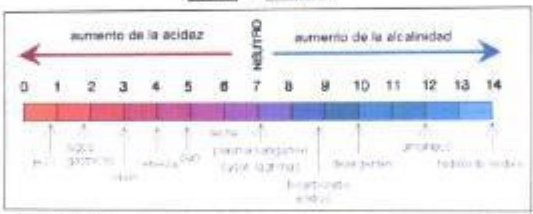


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 13.8 mg/kg

Método empleado: A  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 28 mg/kg

Método empleado: A: Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Revisado: Ing. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jony R. D.



RUC: 2060163524  
 (Pág. 05)



Calle Ferrocarril Quiza N° 2895 - rd. 104 vto. U.L.  
 LIMA  
 Pte. N° 051 132 152 Chica, Huancayo  
 Telf: 9444600 / 95555554  
 Correo: jorge@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-06-22	15-07-22	M-03	83 N°160022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TÍTULO:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**ENSAYOS REALIZADOS:**

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

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.139**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.137**  
**CLASIFICACIÓN SUELOS (NTP 339.134) RÁPIDO (NTP 339.135)**

**Modalidad:** For al Cliente      **Profundidad:** 1.50 m      **Altud (Cole):** 8.377 00 m s n m  
**Método de Muestreo:** Excavación Manual      **Nombre prueba:** No presenta      **Coordenada UTM:** 8.483077 N 500001 E  
**Identificación de muestra:** Adición del 5% de NaOH

Tamices ASTM #11	Apertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	125.00 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	71.00 g	3.1%	96.9%
N° 4	4.75 mm	209.00 g	14.9%	84.2%
N° 10	2.00 mm	315.00 g	29.9%	70.4%
N° 20	0.85 mm	85.00 g	33.4%	66.6%
N° 40	0.43 mm	63.00 g	36.1%	63.9%
N° 60	0.25 mm	25.00 g	37.2%	62.8%
N° 100	0.15 mm	50.00 g	38.5%	61.5%
N° 200	0.08 mm	10.00 g	39.1%	60.9%
PASA		1387.00 g	100.0%	0.0%
		2277.00 g	100.0%	100%

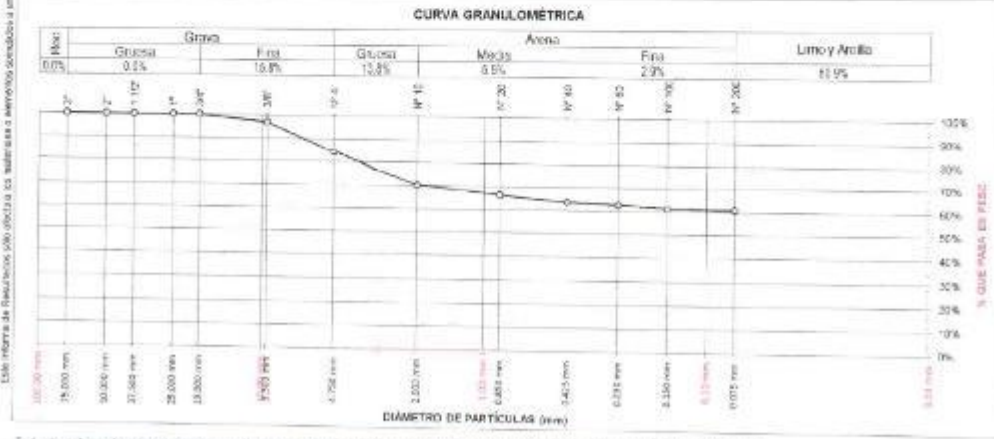
Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Humedad H	---	---	0.00
(A) Peso de Contenedor húedo	M <sub>1</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húedo	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (G-A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* L/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de espesores de material  
 húedo: se consideran como representativos de la muestra total  
 - Tomado mismo partícula % que pasa  
 Masa húedo: recomendado - especificar -

**Clasificación de Suelos**  
 SILS (NTP 339.134) : CL      AASHTO (NTP 339.135) : A-5 (B)  
 Arcilla arcillosa de baja plasticidad con grava

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	15.86%
Arroya	[ N° 20 < φ < N° 4 ]	23.30%
Fina	[ φ < N° 200 ]	60.96%

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



Todos los valores obtenidos y calculados se ajustan a las técnicas para cifras significativas y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D600.  
**OBSERVACIONES:**

**Realizado:** Tec. Roly S.R.  
**Revisado:** Ing. Johnny R. O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio Geotécnico  
 Laboratorio de Suelos y Terrestres  
 Ing. Civil. Jhonatan RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I. 91101000

RUC: 20801885204  
 [Pá. 01]



Av. Angel Hernández Cordero N° 2420 Int. 104 Urb. Elva Linares  
 Pte. Norte, N° 133 - 152 Chica - Huancayo  
 Telf: 944446488 / 953255384  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	12-07-22	M-03	SG- N°790202

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**ENSAYOS REALIZADOS:**

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

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN: BUCS (NTP 329.134) / AASHTO (NTP 309.130)

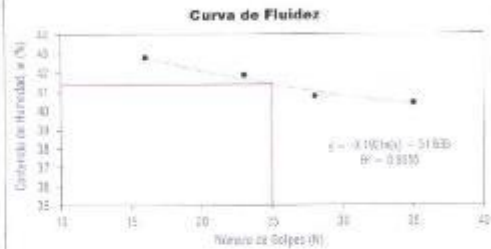
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Por el Cliente      Profundidad: 1.00 m      Altitud (Cota): 5,377.00 m s.n.m.  
 Método de Muestreo: Extracción Manual      Tipo de Suelo: S.P.      Coordenadas UTM: E 483077.4 N 6500319  
 Identificación de muestra: Acción con NaOH M-03

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nº de Golpes					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N	Golpes	10	25	25	35
Recipiente N°	---	---	01-16	01-102	01-102	01-102
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	22.86	25.75	23.65	25.75
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>huc</sub>	g	43.65	42.78	42.79	42.32
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	g	38.02	37.62	37.25	37.02
(D) Masa de Suelo Seco (C-N)	M <sub>s</sub>	g	15.17	15.77	13.89	11.25
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	5.83	5.16	5.54	5.25
(F) Contenido de Humedad (100% E.C)	w	(%)	40.35	47.83	40.74	43.28



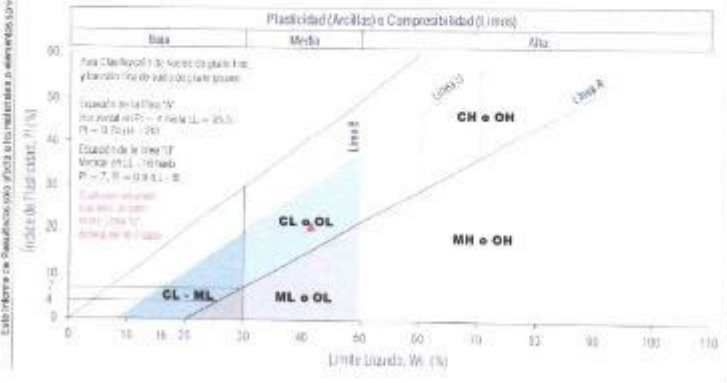
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Nº de Golpes					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	01-30	01-32	01-14	01-14
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	22.85	23.15	25.25	22.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>huc</sub>	g	32.14	32.85	32.47	32.85
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	g	30.52	31.31	30.55	31.14
(D) Masa de Suelo Seco (C-N)	M <sub>s</sub>	g	7.67	8.16	7.89	8.32
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	1.47	1.64	1.62	1.73
(F) Contenido de Humedad (100% E.C)	w	(%)	25.59	29.12	29.77	30.43

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	41.4%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	20.3%	Plasticity Index (PI)	20.0%
---------------------------------	-------	----------------------------------	-------	-----------------------	-------

**Clasificación de Suelos**  
 UCS (ASTM D2487-17) : CL      AASHTO (ASTM D2282-15) : A-3 (H)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava



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

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Evaluación Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos y Materiales  
 Ing. Geol. Johnny R. VILLALBA OLIVERA  
 C.E.P. N° 704-0302

RUC: 20901985524  
 [Pág. 02]





Av. José Fernández Ochoa N° 200016 - 2da. Urb. Tiro  
 Hija de la Calle N° 152 Chilca, Huaranga  
 Lima 15409668 / 155329544  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-05-22	17-07-22	M-03	SG-N°79/2022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

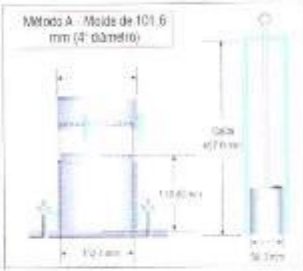
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA N° 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 8% de NaOH - M-03  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación de Suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava Gc - 2.80  
 Área (Cm²): 3.317 00 m x 1.11 m  
 Coordenadas UTM: F-483077 N 8660019

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

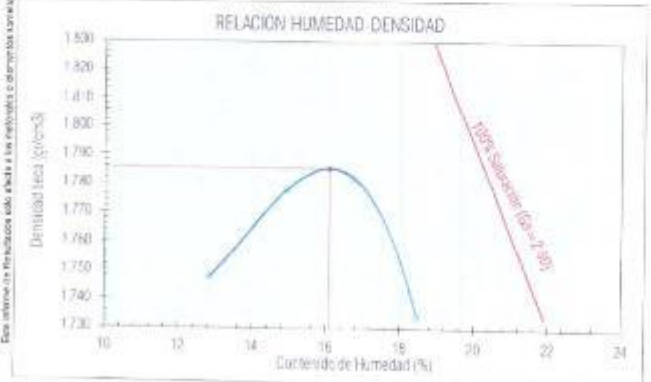
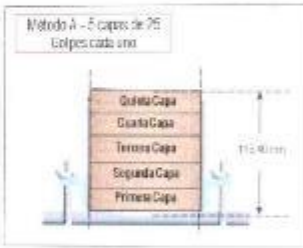
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Rico		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Densidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>hum</sub>	(g)	3981.03	3749.00	3002.33	6155.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4140.83	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	1820.20	1609.00	1860.33	2013.00
(D) Volumen del Molde	V	cm³	657.34	657.34	657.34	657.34
(E) Densidad húmeda	(C/D)	g/cm³	2.77	2.44	2.83	3.06



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Rico		01	02	03	04
	Var	Umidad				
Recipiente N°	---	---	11.75	81.78	11.80	57.81
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>v</sub>	(g)	30.25	31.51	31.62	32.41
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>hum</sub>	(g)	301.25	321.40	311.37	335.01
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sec</sub>	(g)	272.57	296.20	274.15	295.50
(D) Masa de Suelo Seco (D-C)	M <sub>s</sub>	(g)	32.68	25.20	37.22	39.51
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	(g)	28.68	16.20	17.15	14.50
(F) Contenido de Humedad (%)(E/D)	w	(%)	87.82	64.28	46.08	36.71
(G) Densidad Seca		g/cm³	1.74	1.72	1.78	1.75



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm³): 1.78  
 Óptimo Contenido de Humedad (%): 16.58  
 Peso Unitario Seco Máximo Modificado (g/cm³): 1.74

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Ray S.P.  
 Revisado: Ing. Jovany R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Gerencia Central  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil. Adolfo F. CALZADILLA OLIVERA  
 C.I.P. N° 20433-2

RUC: 2050168562  
 [Pág. 03]



Av. Ángel Fernández Quiroz N° 2089 M. 100 mt. Ene.  
 Lima  
 Pte. Aviles N° 142 132 Oficina, Huancayo  
 Telf: 36404636 / 79530364  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 8% de M.C.H. - M-03  
 Profundidad: 1.00 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla sensible de baja plasticidad con grava  
 Altitud (Cota): 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483077 N 6660015

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	16-07-22	M-03	SG-N79-0302

TESIS:

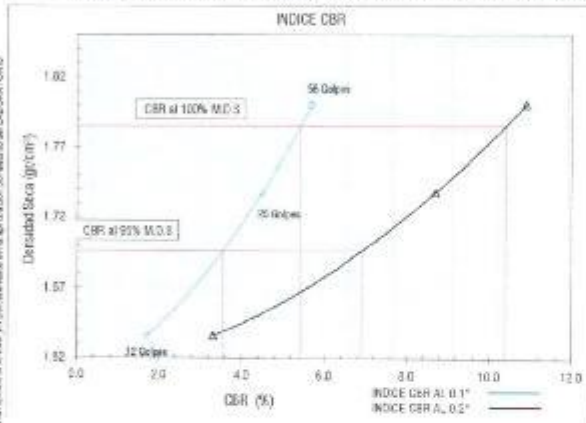
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.146

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Cualquier otro uso de esta información o de los resultados de este ensayo, no debe ser considerado como una recomendación o garantía por Silver Geotec, sino que es responsabilidad del usuario del laboratorio.

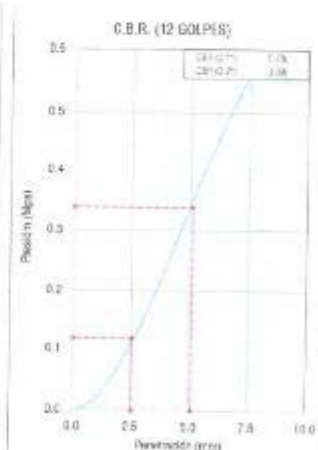
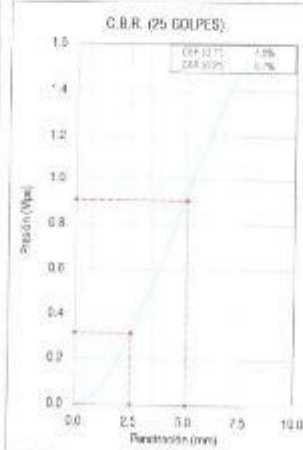
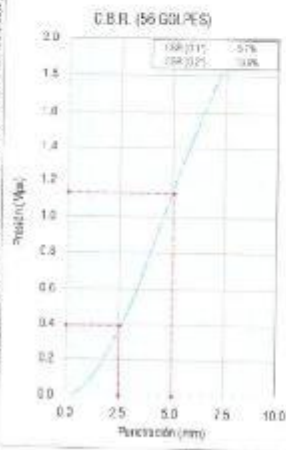


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : NTP 339.146  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca ( $\rho_{dm}^s$ ) : 1.786  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 16.10  
 93% Máxima Densidad Seca ( $\rho_{dm}^s$ ) : 1.696

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.C.S. @ 1" (25mm)	: 3.42
C.B.R. AL 93% DE M.C.S. @ 1" (25mm)	: 3.24



DESIGNACIONES:

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



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. N° 204133

R/C 2360166524  
 [Fol. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2015/OJ01



Av. General Bolognesi s/n. Urb. Los Hornos, Lima  
 P.O. Box 112, 15100 Chicla, Huancayo  
 Tel: 96044444 / 96045555  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	M-03	SG-N780022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

- ENSAYOS REALIZADOS:**
- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
  - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORURO SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
  - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad:	Por el Cliente	Profundidad:	1.50 m	Altitud (Cota):	3.377.00 m s.n.m
Método de Muestreo:	Excavación Manual	Napa freática:	No presenta	Coordenadas UTM:	E 490077 N 8966015
Identificación de muestra:	Análisis del 2% de NaOH - M-03				

Este informe de resultados electrónico es válido y tiene la misma validez que el documento impreso por ser un original digitalizado.

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

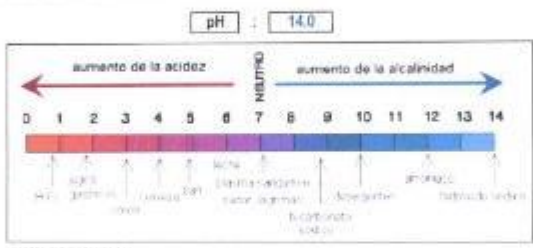


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORURO SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.0 mg/kg

Método empleado: "A"  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 27 mg/kg

Método empleado: "A" Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Revisado: [Firma]  
 Aprobado: [Firma]



RUC: 20801565324  
 (Pág. 05)



Jr. Ángel Hernández (ex-ante N° 2800) Int. 104 offt. 110, Lima  
 Pqta. Huancayo N° 123-152 Chica, Huancayo  
 Telf: (043) 4608 / 965591534  
 Correo: (info@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-01	SG N°782122

**SOLICITANTE**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.137  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) - AASHO (NTP 339.139)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 8% de NaOH  
 Profundidad: 1.00 m  
 Napa freática: No presente  
 Altitud (Cota): 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 4833774 N: 9083015

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

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	96.00 g	4.4%	95.6%
N° 4	4.75 mm	325.00 g	14.9%	81.0%
N° 10	2.00 mm	215.00 g	28.7%	71.3%
N° 20	0.85 mm	85.00 g	32.5%	67.5%
N° 40	0.43 mm	33.00 g	34.0%	66.0%
N° 60	0.25 mm	23.00 g	35.1%	64.9%
N° 100	0.15 mm	35.00 g	36.7%	63.3%
N° 200	0.08 mm	25.00 g	37.6%	62.4%
PASA		1387.00 g	100.0%	0.0%
		2923.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	Mo		Muestra
	Var.	Unidad	
Temperatura T	---	---	16.00
(A) Peso de Contenedor Vácuo	M <sub>1</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

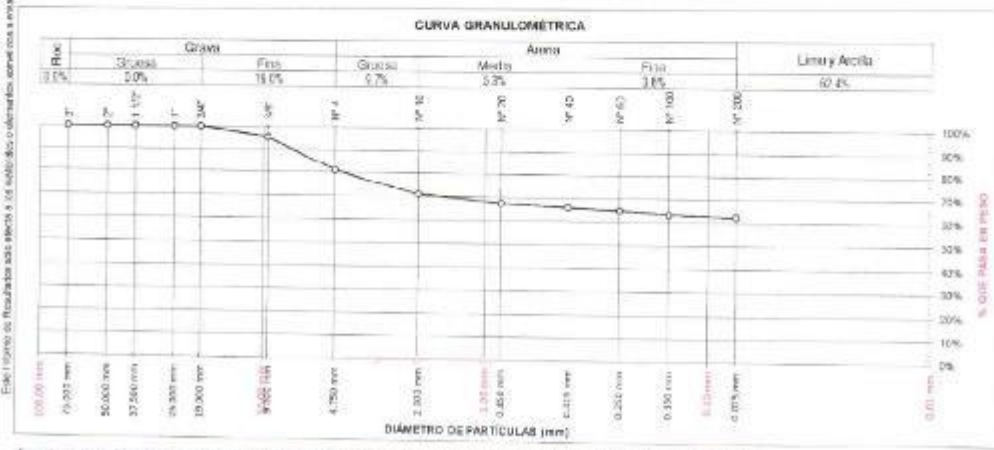
Requisitos mínimos de especificar de muestra: número seleccionado como representativo de la muestra total.  
 - Tamaño mínimo partícula % que pasa: 75µm o más recomendada - 60µm máx. -

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (NTP 339.134) : CL | AASHO (NTP 339.139) : A-5 (B)  
 Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena.

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**  
 $D_{60} =$  |  $D_{30} =$  |  $C_u =$   
 $C_c =$

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[N° 4 - φ = 3"]	19.60%
Arena	[N° 200 - φ = N° 4]	18.60%
Finos	[φ = N° 200]	52.40%



Todos los valores observados y calculados se ajustaron e indicaron para dichos significativos y redondeos establecidos en la Norma NTP 339.126.

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingenieros, Geotécnicos  
 Laboratorios de Suelos, Geotecnia y Geotecnia  
 Ing. Christian R. RIVERA OLIVERA  
 R.O. 44352

RUC: 2062163524  
 (Pag. 01)





Av. Jorge Fernández Quiroz N° 257916, 104 s/o. C/O. Lima  
 Pje. N° 112, 152 Oroya, Huancayo  
 Telf: 96446656 / 96554144  
 E-mail: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-01	SG-N°762022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

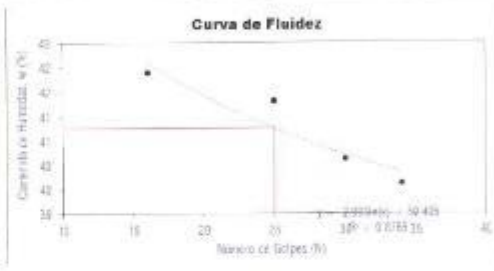
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 LÍMITES DE ATTERBERG SILICON NORMA: NTP-339.129  
 CLASIFICACIÓN: SUCE (NTP-339.136) / AASHTO (ASTM D2487-17)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Matricialidad: Por el Cálculo  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Acumulación de 0% de 1kg/2kg - M-01  
 Humedad: 1.60 m  
 Altura (C/GM): 3.577.00 m s.n.m  
 Coordenadas UTM: E 483277 N 8560316  
 Fecha Inicio: N.P.

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	litro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Número de Golpes	N	Golpes	10	25	30	34
Recipiente N°	---	---	9.18	9.52	9.14	9.27
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	(g)	22.40	22.64	22.25	22.35
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	(g)	47.85	48.48	48.99	48.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>30</sub>	(g)	48.35	48.34	47.62	47.40
(D) Masa de Suelo Seco (G-4)	M <sub>4</sub>	(g)	11.91	14.98	16.37	8.05
(E) Masa of Water (S-C)	M <sub>5</sub>	(g)	7.93	7.64	7.25	7.35
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	41.33	45.32	40.12	39.61



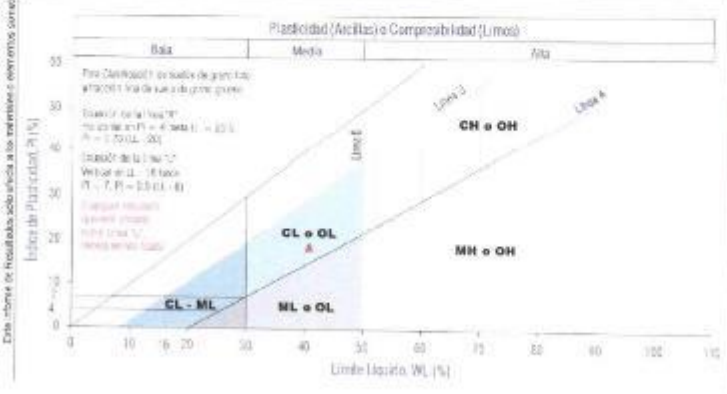
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	litro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	9.34	9.25	9.31	9.11
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	(g)	22.14	22.64	22.54	22.33
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	(g)	32.45	33.20	32.78	32.19
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>30</sub>	(g)	30.57	31.40	30.83	31.20
(D) Masa de Suelo Seco (G-4)	M <sub>4</sub>	(g)	8.43	8.76	8.86	8.91
(E) Masa of Water (S-C)	M <sub>5</sub>	(g)	1.88	1.80	1.60	1.82
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	22.31	21.23	20.15	21.66

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	Plasticity Index (PI)
40.78%	21.89%	18.9%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCE (ASTM D2487-17) : CL / AASHTO (ASTM D2487-17) : A-5(6)  
 Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena.



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
  - Áreas restringidas de baja plasticidad
  - Áreas restringidas de baja comprobabilidad
  - Áreas restringidas de media plasticidad
  - Áreas restringidas de cohesión media y limas orgánicas
  - Áreas restringidas de alta plasticidad
  - Áreas restringidas de alta comprobabilidad y áridos orgánicos
- Escala de la línea 'A' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborado según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 111 - Principles of Geotechnical Engineering - 5th Ed. Das, 2010. Edición observada.

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio Geotécnico  
 Laboratorio de Suelos, Proyección y Tratamiento  
 Ing. Civil Johnny R. PARRILLO GONZALEZ  
 C.I.P. N° 204272

RUC: 20801685524  
 (Fig. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004858-2018/DIG



Av. Generalísimo Osores N° 209141 - 1ra. Urb. Tika  
 Pte. Norte N° 122-152 Chica, Huancayo  
 Telef: 04348002 / 95390544  
 Correo: laboratorio@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	13-07-22	M-01	80 - N792022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

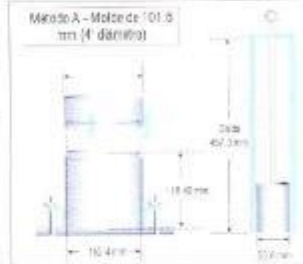
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 3% de NaOH - M-01  
 Proyectamiento Utilizado: Vialcos A  
 Profundidad: 1.30 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla grisesa de baja plasticidad con arenitas  
 Altitud (Cota): 3.377.03 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483277 N 5880015  
 Z.R.:

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

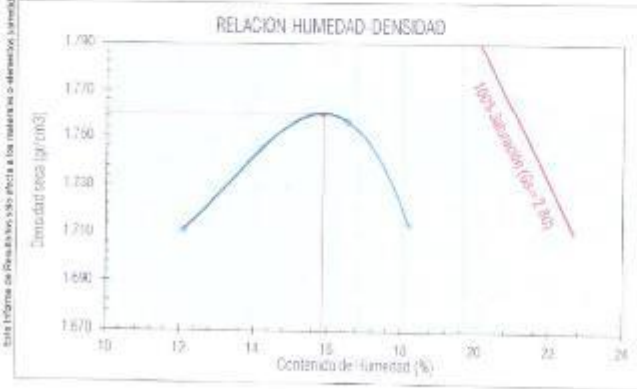
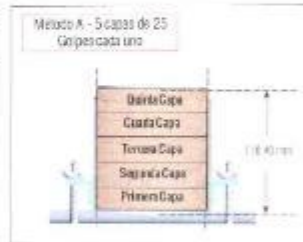
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Módulo					
	Var.	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Número de Capas	N	Capas	5.30	5.00	5.30	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	50.25	58.00	55.00	56.00
(A) Masa del Suelo Humedado & Molde	M <sub>100</sub>	kg	8981.00	6901.00	8031.00	6021.00
(B) Peso del Molde	M <sub>20</sub>	kg	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedado Corregido	(A - B)	kg	4839.00	2759.00	3889.00	1879.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	907.34	832.34	932.34	452.34
(E) Densidad Humedada	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	5.33	3.31	4.18	4.17



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Módulo					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente M <sup>o</sup>	---	---	5.75	6.58	6.18	6.38
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	kg	51.12	52.37	52.48	53.27
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedado	M <sub>20</sub>	kg	305.98	324.11	314.68	337.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>30</sub>	kg	276.87	290.20	270.85	292.35
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	kg	225.75	237.83	218.37	239.08
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	kg	29.21	33.91	36.31	38.17
(F) Contenido de Humedad (E/D) (%)	w	(%)	12.94	14.22	16.64	16.39
(G) Densidad Seca	---	g/cm <sup>3</sup>	3.72	3.74	3.77	3.74



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.750
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.56
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kg/m <sup>3</sup> )	1740.5

**Observaciones:**

Realizado: Ing. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jeffrey R. D.



Ing. Civil **JOHANN E. RAY** UNIO OLIVERA  
 C.V.I. N° 278220

RUC: 20601965524  
 (Pág. 03)

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



In: Av. José Francisco Osores N° 2899 Int. 104 Of. 104  
 P.O. Box N° 102 152 Chila, Huancayo  
 Telf: 060496881 / 55200544  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	15-07-22	M-01	SG-1579/2022

**SOLICITANTE:**

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**

**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

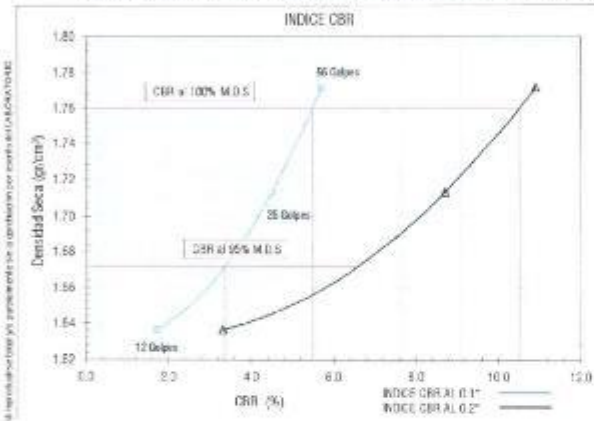
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA OBTENER BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modelo de: Prol el Clerte Profundidad: 1.50 m Abital (Cota) : 3.877.00 m s.n.m.  
 Identificación muestra: 425010 del 6% de S&D% M-01 Símbolo del Suelo: CL Coordinadas UTM : E: 483377 N: 6660015  
 Clasificación del Suelo: Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**

Este informe de Resultados de ensayo a los efectos de cumplir con los requisitos de conformidad por norma NTP 339.145

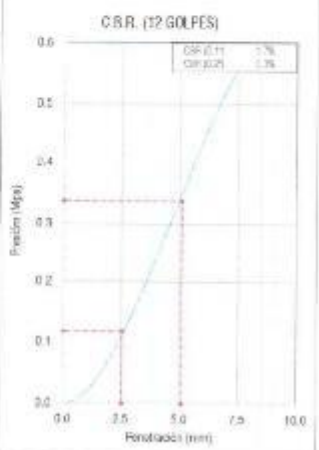
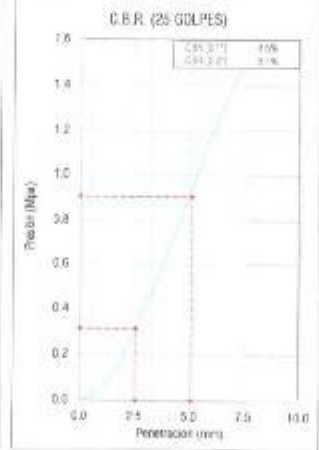
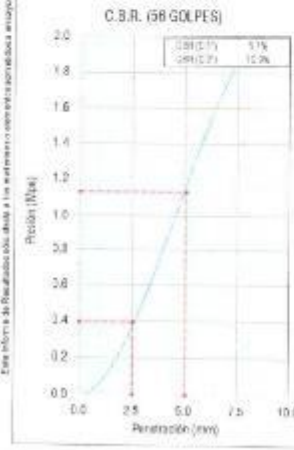


**Resultados Ensayos Compactación**

Proceso Modificado : *NTS 339.145*  
 Método de Compactación : *Almohada*  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : *1.760*  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : *15.88*  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : *1.672*

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. Al. 100% DE M.D.S. 0.1" (Pa)	: 3.49
C.B.R. Al. 95% DE M.D.S. 0.1" (Pa)	: 3.37



**OBSERVACIONES:**

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

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio Geotécnico  
 In: Av. José Francisco Osores N° 2899 Int. 104 Of. 104  
 P.O. Box N° 102 152 Chila, Huancayo  
 Telf: 060496881 / 55200544  
 Correo: info@silvergeotec.com

RUC: 2060-666534  
 (Pág. 04)

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



Angel Fernández, Quiro Nº 2859 16, 106 Urb. 316, UTM  
 Pje. Huicho Nº 122, 131 Urb. Huancayo  
 Telf: 054144444 / 419050544  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
15-05-22	02-08-22	M-01	SG- N°76/2022

**SOLICITANTE:** Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:** "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Modalidad:** Por el Cliente  
**Método de Muestreo:** Excavación Manual  
**Identificación de muestra:** Adición del 8% de NaOH - M-01

**Profundidad:** 1.50 m  
**Napa freática:** No presenta  
**Altitud (Cota):** 3.377,80 m s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E: 480372 N: 6663216

Este informe es resultado del efecto a los materiales y/o a las muestras y/o a las actividades realizadas por el solicitante de la aprobación por escrito de LASO/AV/08/20

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0



Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 13.9 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

SS : 27 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

**Revisado:** Tec. Roy S.A.  
**Revisado:** Ing. Johnny R. O.



RUC: 2000160554  
 [Pág. 05]





Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elba Lina  
 P.O. Box N° 100-152 Chila, Huancayo  
 Telf: 94466644 / 95533304  
 Correo: suspedidos@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-01	SG-N°792022

SOLICITANTE: **Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA** TESIS: **"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **LABORATORIO DE SUELOS SILVER GEOTEC S.A.C.** ENSAYOS REALIZADOS: **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128**  
**DISEÑO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127**  
**CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / CASIHO (NTP 339.135)**

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Metodología: **Por el Cliente** Profundidad: **1.50 m** Área (Cm²): **8.077.00 m² c.m**  
 Método de Muestreo: **Excavación Manual** Naturaleza: **No pesada** Coordenadas UTM: **C 483073 H 888016**  
 Método de preparación de muestra: **Adición en 10% del PáCO**

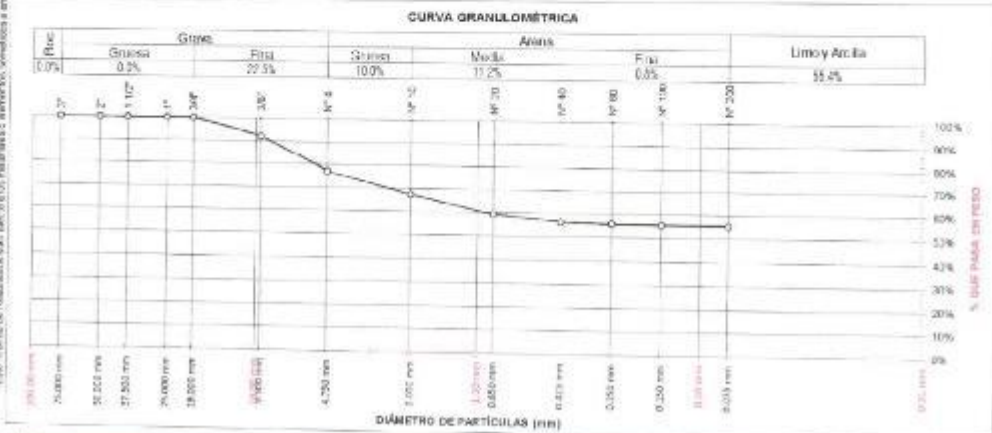
Tamices ASIM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	18.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	165.00 g	7.3%	92.7%
N° 4	4.75 mm	315.00 g	22.5%	77.5%
N° 10	2.00 mm	213.00 g	32.6%	67.4%
N° 20	0.85 mm	174.00 g	40.7%	59.3%
N° 40	0.43 mm	65.00 g	49.8%	50.2%
N° 60	0.25 mm	12.00 g	44.3%	55.7%
N° 100	0.15 mm	5.00 g	44.6%	55.4%
N° 200	0.08 mm	1.00 g	44.0%	56.0%
PASA		1179.00 g	100.0%	0.0%
		2129.00 g	100.0%	100%

Variables	Nro		Muestra
	Voz	Unidad	
Recipiente H	---	---	N° 13
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	0.01
(B) Peso de Contenedor 5 Sudo Húmedo	M <sub>105</sub>	(g)	0.01
(C) Peso de Contenedor 5 Sudo Seco	M <sub>107</sub>	(g)	0.01
(D) Peso de Sudo Seco (C-A)	M <sub>1</sub>	(g)	0.01
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>10</sub>	(g)	0.01
(F) Contenido de Humedad (100° E/B)	w	(%)	---
Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total	- Tamaño mínimo partícula % que pasa - Masa mínima humedad - espécimen -		

**Clasificación de Suelos**  
**SUCS (NTP 339.134) : CL / CASIHO (NTP 339.135) : A-2 (5)**  
*Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena.*

Grano	[ N° 4 - φ < 3" ]	22.50%
Aréola	[ N° 200 - φ < N° 4 ]	22.10%
Finer	[ φ < N° 200 ]	55.40%

Coeficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)		
$D_{60}$	$D_{30}$	$D_{10}$
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$		
$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \cdot D_{60})}$		



Observaciones: **Los valores observados y calculados se ajustan a los métodos para datos significativos y métodos establecidos en la Práctica ASIM D6026.**

Revisado: **Ing. Roy S.R.**  
 Revisado: **Ing. Johnny R. G.**



**Ing. Cnel. Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA** RUC 23801685024  
 C.I.P. N° 294357 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004508-2016-6/CO

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD, MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-01	SG N°79002

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

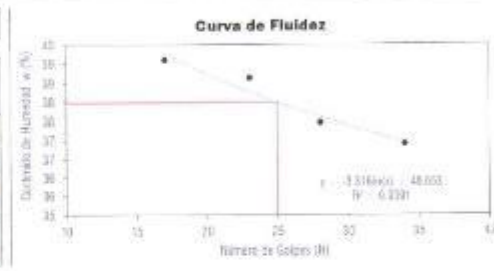
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN SUELOS (USP 330 134) / AASHO (NTP 339 135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 10% de NaOH M-01  
 Profundidad: 1.00 m  
 Napa física: N.P.  
 Altitud (Cota): 5,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: -E 453071 N 6990019

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	N	01	02	03	04
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub> (g)	21.18	22.18	22.59	22.58
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub> (g)	47.61	48.74	48.75	48.31
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub> (g)	42.20	41.24	41.52	41.42
(D) Masa de Suelo Seco (G.A)	M <sub>4</sub> (g)	18.07	18.16	18.04	18.72
(E) Masa de Water (S-C)	M <sub>5</sub> (g)	1.25	1.40	1.13	1.91
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	35.10	35.82	37.45	39.81



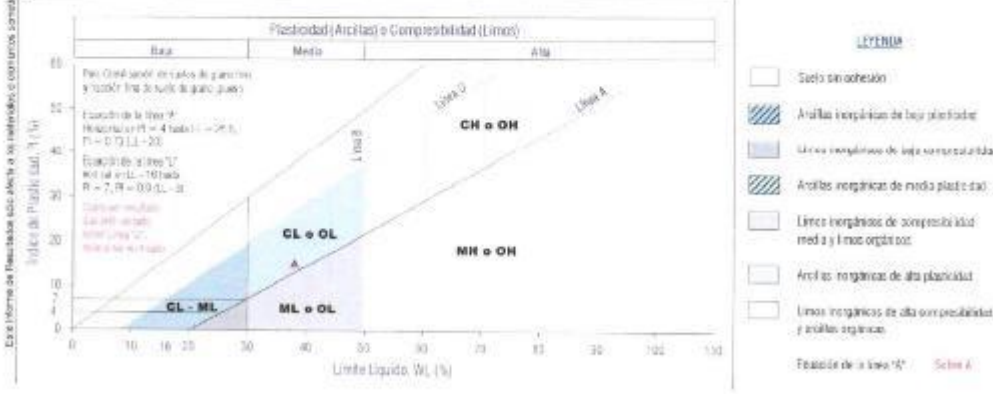
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	N	01	02	03	04
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub> (g)	22.14	23.61	23.14	23.42
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub> (g)	33.12	33.92	33.45	32.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub> (g)	31.24	32.07	31.82	31.03
(D) Masa de Suelo Seco (G.A)	M <sub>4</sub> (g)	8.10	8.43	8.05	8.50
(E) Masa de Water (S-C)	M <sub>5</sub> (g)	1.85	1.96	1.65	1.93
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w (%)	22.71	22.68	20.44	22.68

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	28.0%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	22.7%	Plasticity Index (PI)	5.3%
---------------------------------	-------	----------------------------------	-------	-----------------------	------

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17) - CL / AASHO (ASTM D2922-15) - A-3 (S)  
 Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena.



Curva de Plasticidad elaborada según Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Siiga M. Das, 9ª. Edición, 2008 Pearson.

Revisado: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jairo R. O.



RIC 20201665574  
 (Pág. 02)



Angel Hernandez Ochoa N° 26949 194 Urb. Dos  
 Pta. N° 122 152 Chila, Huancayo  
 Suelo: 96080000 / 95500264  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-01	SG N°790222

**SOLICITANTE:**  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

**TESIS:**  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO"**

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

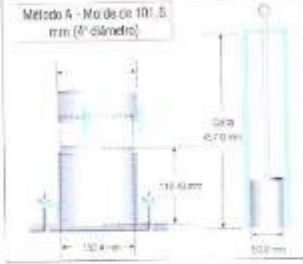
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
**PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA NTP 339.141**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127**

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
**Modalidad:** Por el Cliente  
**Identificación muestra:** Acción del 10% de CaCl<sub>2</sub> - M-01  
**Profundidad:** 1.30 m  
**Simbolo del Suelo:** CL  
**Altitud (Cota):** 3,377.00 m s.n.m.  
**Procedimiento Utilizado:** Método A  
**Clasificación del Suelo:** Arcilla gruesa de baja plasticidad con arena (G<sub>2</sub>)  
**Coordenadas UTM:** E=482077 N=5660015  
**Escala:** 2:00

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

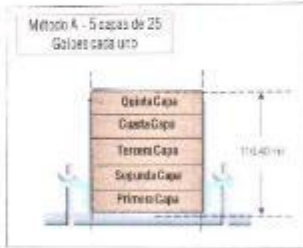
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

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	26.00	26.00	26.00	26.00
(A) Masa del Suelo Humedo (M <sub>1</sub> )	M <sub>1</sub>	(g)	998.00	938.00	910.00	853.00
(B) Peso del Molde	M <sub>2</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado (M <sub>1</sub> + B)	(A + B)	(g)	4932.00	4940.00	4952.00	4947.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	5.290	5.300	5.311	5.306



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 98	N° 74	N° 22	N° 35
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	91.02	92.37	92.48	93.27
(B) Masa de Contenedor S Suelo Humedo	M <sub>2</sub>	(g)	333.06	339.11	334.08	337.76
(C) Masa de Contenedor S Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	279.67	290.28	276.95	283.98
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	105.35	107.91	104.47	100.71
(E) Masa al Water (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	27.24	33.93	37.13	43.78
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	25.90	34.32	36.84	43.78
(G) Densidad Seca	ρ <sub>dry</sub>	g/cm <sup>3</sup>	1.772	1.802	1.811	1.791



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Maxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.809
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.94
Peso Unitario Seco Maximo Modificado (g/cm <sup>3</sup> )	1.768

**OBSERVACIONES:**

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



RUC: 20901666524  
 (Pág. 03)



In: Angel Hernandez Quiroz N° 287914, T94 ed. (1998)  
 High. N° 122 132 Chiba, Huancayo  
 Telf: 9454900/95562384  
 Correo: huanay@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: *Por el Cliente*  
 Identificación muestra: Adición del 10% de NaOH - M.C.T.

Profundidad: 1,50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla grisesa de baja plasticidad con arena

Altitud (Cota): 3.377,00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 883077 N: 8550015

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
18-05-22	19-07-22	M.C.T.	S.G. N°75/2022

TIPO:

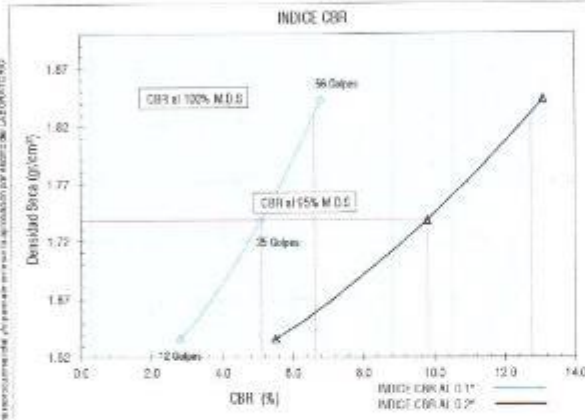
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Esta información fue generada automáticamente por el sistema de gestión de laboratorio SILVER GEOTEC S.A.C.

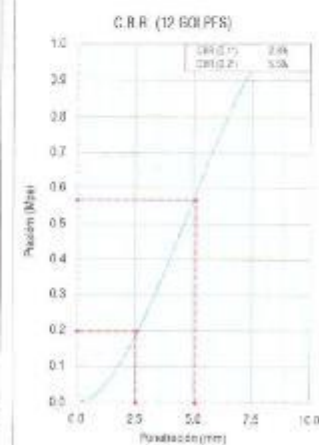
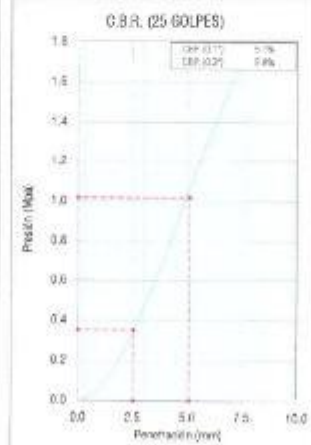
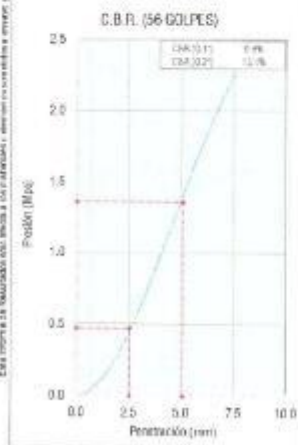


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : *NTP 310.145*  
 Método de Compactación : *Método A*  
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.830  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.84  
 95% Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.739

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (9%)	6.62
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (9%)	5.11



OBSERVACIONES:

Revisado: *Ing. Roy S.R.*  
 Revisado: *Ing. Johnny R. G.*



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.T.P. N° 20-0-02

RUC: 2060168524  
 (Pag. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2014/DSP





Angel Fernández Quiroz N° 2866 Int. 104 Urb. 31ra. Lima  
 Pta. N° 127 - 153 Chila, Huancayo  
 Telf: 0432444 - 1333333  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	02-05-22	M-01	SG-N7A2022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TERCER:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad	Por el Cliente	Profundidad	1.50 m	Área (cm²)	3.377 00 m² ± 0.01 m
Método de Muestreo	Excavación Manual	Nota hebreca	No presente	Coordenadas UTM	E: 483907 N: 9680215
Identificación de muestra	Antes del 10% de RCHT - MAT				

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

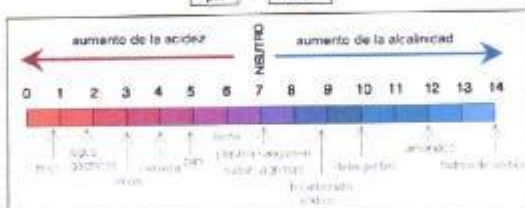


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.0 mg/kg

Método empleado: A  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 26 mg/kg

Método empleado: A Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Revisado: Tec. Rey S. R.  
 Revisado: Ing. Jeffrey R. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Oficina Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Chelolinda RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I. N° 246350

N.º: 200(1603624)  
 [Pág. 05]



J. Ángel Hernández Quiroz N° 2008 (Incl. 134 años) - Lima  
 Paje Tardes N° 121 152 Chibca, Huancayo  
 Telf: 94889688 / 948551554  
 Correo: [angel@silvergeotec.com](mailto:angel@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-06-22	17-07-22	M-02	SG- N°792077

**SOLICITANTE:**  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

**TESIS:**  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: For el Cliente  
 Método de Muestreo: Fraccionación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 10% de NaOH  
 Profundidad: 1.50 m  
 Mapa topográfico: no presenta  
 Altitud (GSN): 3.337.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E=483077 N=6960416

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

Tamizaje ASIM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Qui 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"	18.75 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	43.03 g	2.2%	97.8%
N° 4	4.75 mm	275.00 g	13.9%	84.6%
N° 10	2.00 mm	233.00 g	26.8%	73.4%
N° 20	0.85 mm	174.00 g	35.0%	65.0%
N° 40	0.43 mm	105.00 g	40.0%	60.0%
N° 60	0.25 mm	12.00 g	42.6%	57.4%
N° 100	0.15 mm	5.00 g	43.8%	56.2%
N° 200	0.08 mm	1.00 g	43.5%	56.5%
PASA		1229.00 g	100.0%	0.0%
		2079.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	H <sub>o</sub>		Muestra
	Var.	Unidad	
Respiente H <sub>o</sub>			11.00
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>1+2</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>2+3</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-A)	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (D-C)	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100 * D/D)	w	(%)	-

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra(s):  
 - Tamaño mínimo partícula: 5 que pasa  
 - Masa mínima recomendada: especimen =

**Resultados de la Granulometría**

Grava [ N° 4 < φ < 3" ]	75.40%
Arilla [ N° 200 < φ < N° 4 ]	25.50%
Fino [ φ < N° 200 ]	39.10%

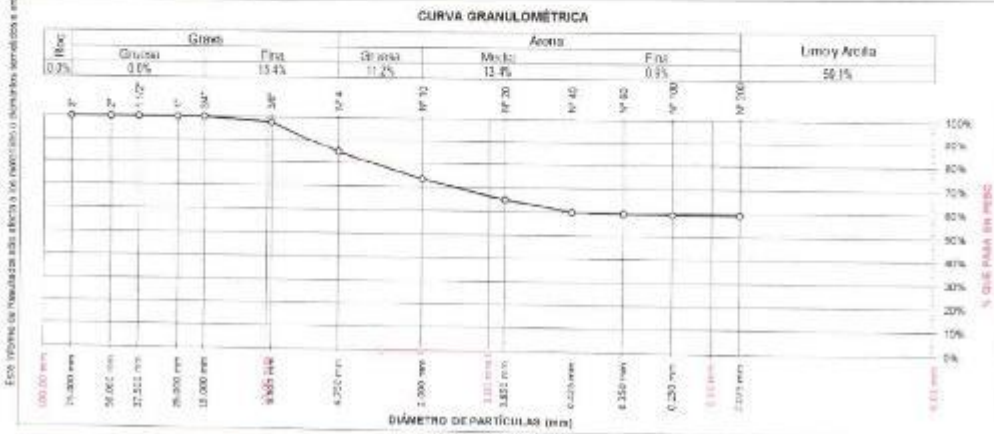
**Clasificación de Suelos**

SUCS (NTP 339.134)	UC	AASHTO (NTP 339.135)	A-5 (S)
--------------------	----	----------------------	---------

Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**

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



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

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.P.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Especialistas en  
 Laboratorio de Suelos, Calidad y Postventa  
 Ing. Civil Johnny R. RIVERA OLIVERA  
 C.I.P. N° 203282  
 RUC: 20601685524  
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP, con Resolución N° 004584-2018/D82.



Av. Angel Hernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. El Oro Lima  
 Paje. Norte, N° 127-152 Ciudad. Huancayo  
 Telef: 35404648 / 35500584  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	12-07-22	M-02	SG-N782022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILGA, CYNTHIA

**TEMA:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.136)

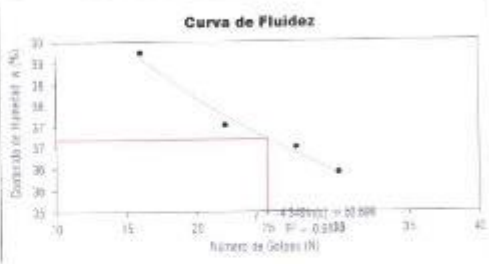
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Matriz: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Extracción Manual  
 Identificación de muestra: Aislación del 10% de SACB1 - M-02  
 Profundidad: 1.50 m  
 Napa freática: N.P.  
 Altitud (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E:4830 / N:4960210

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Var.	Unidad	01	02	03	04
Número de Golpes	N		18	25	27	30
Recipiente N°	---	---	19-16	19-15	19-23	19-07
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	20.12	22.32	22.92	23.02
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	(g)	45.25	46.39	45.40	45.99
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>25</sub>	(g)	33.82	33.94	41.12	39.87
(D) Masa de Suelo Seco (C-D)	M <sub>s</sub>	(g)	13.98	17.42	17.29	16.85
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	11.43	12.45	14.28	16.12
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	81.73	71.53	82.51	95.69



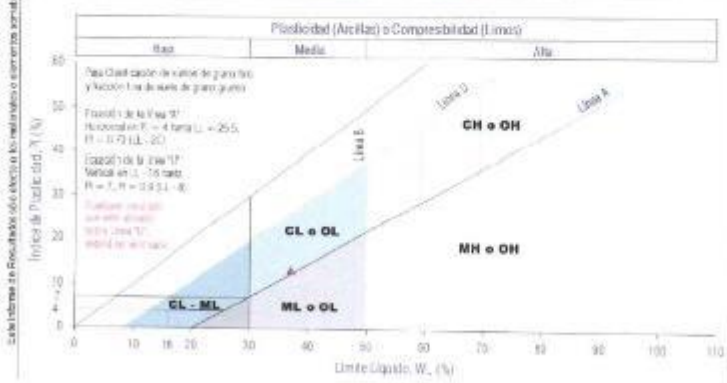
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	19-25	19-18	19-27	19-28
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	21.75	22.15	22.15	23.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	(g)	38.43	37.28	38.78	41.19
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>25</sub>	(g)	33.82	34.41	33.88	34.27
(D) Masa de Suelo Seco (C-D)	M <sub>s</sub>	(g)	11.87	17.18	11.81	12.81
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.61	2.87	2.90	2.92
(F) Contenido de Humedad (100° E/C)	w	(%)	47.34	16.71	24.56	22.72

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	Plasticity Index (PI)
37.0%	23.7%	13.3%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (ASTM D2487-17): CL | AASHTO (ASTM D2487-15): A-5 (S)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava.



- 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
- Estadío de la línea "A": **Suelo A**

Carta de Plasticidad estandarizada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Daza M. Díaz R. Editor observaciones:

Redacción: Tec. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Jhony B.D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 Ing. Civil Jhony B. GARCÍA  
 C.I.P. N° 204452

RUC: 20051065324  
 (Pag. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial de INDECOPI con Resolución N° 004560-2018/DG





Av. Negri Heredia Oeste N° 1999 Int. 104 Urb. Dos  
Linea  
Piso: Nivel N° 122 152 Chica, Huancayo  
Telf: (0434) 421 953 50 54  
Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-02	SG- N°1700022

**SOLICITANTE:**  
Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TÍTULO:**  
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

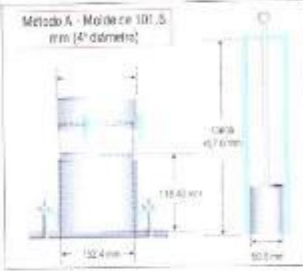
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA NTP 339.141  
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
Modalidad: Por el Cliente  
Identificación muestra: Adición del 10% de NaOH - M-02  
Procedimiento Utilizado: Método A  
Profundidad: 1,30 m  
Símbolo del Suelo: CL  
Clasificación del Suelo: Arcilla expansiva de baja plasticidad con grava Gs  
Altitud (Cota): 3.277,00 m s.n.m.  
Coordenadas UTM: E=483077 N=5660015  
Escala: 1:50

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

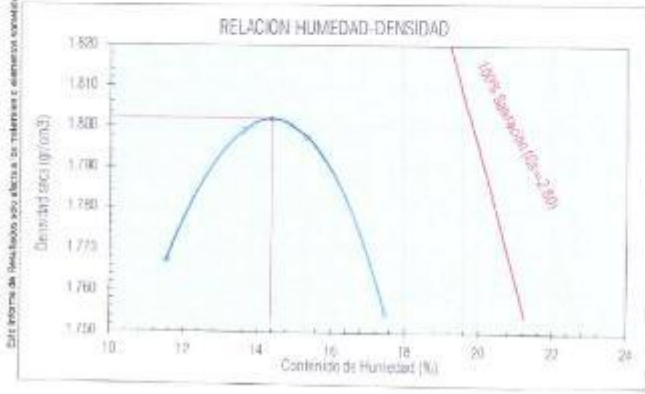
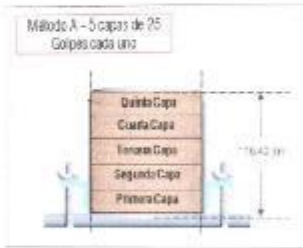
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
Número de Golpes por Capa	K	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>gh</sub>	(g)	9400.00	8748.00	8075.00	8284.00
(B) Masa del Molde	M <sub>gm</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	(g)	5258.00	4606.00	3933.00	4142.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	5.64	4.94	4.22	4.44



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	11.25	11.08	11.32	11.04
(A) Masa de Contenedor Vazio	M <sub>c</sub>	(g)	33.95	34.50	35.01	35.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>gh</sub>	(g)	315.36	333.71	323.68	347.29
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>gs</sub>	(g)	330.67	300.23	287.90	303.91
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	296.72	265.73	252.89	268.91
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	18.64	33.43	35.79	43.38
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	6.28	12.62	14.34	16.14
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.79	1.79	1.78	1.78



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.80  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.30  
 Peso Crítico Suelo Máximo Modificado (lb/ft<sup>3</sup>) : 113.1

**OBSERVACIONES:**

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



R.U: 23601685624  
[Pág. 33]



Av. Angel Hernandez Ochoy N° 2079 del 104 Urb. Fdo. Linea  
 P.O. Box N° 122 152 Chibco, Huancayo  
 Telf: 8404888/79268338  
 Correo: silvageotec@comnet.pe

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-06-22	19-07-22	M-02	SG- N°782022

TEMA:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

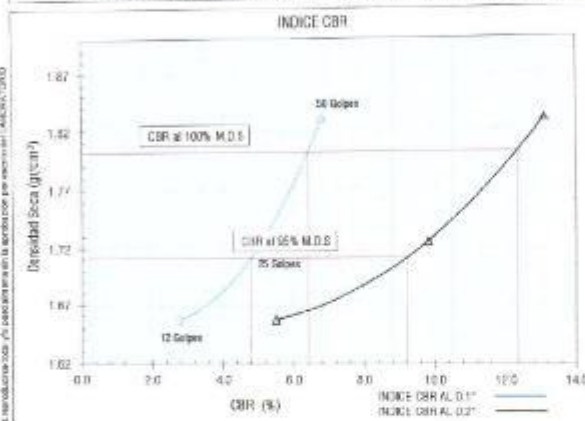
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALÍFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modicidad: Por el Cliente Profundidad: 1.50 m Altitud (Cota): 3.377.00 m s.n.m.  
 Identificación muestra: Adición del 10% de NaOH - B-C2 Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E: 400177 N: 2860010  
 Clasificación del Suelo: Arcilla gruesa de alta plasticidad con gravas

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Este informe es de Propiedad Intelectual de SILVER GEOTEC S.A.C. y no debe ser reproducido, total o parcialmente, sin el consentimiento escrito de SILVER GEOTEC S.A.C.

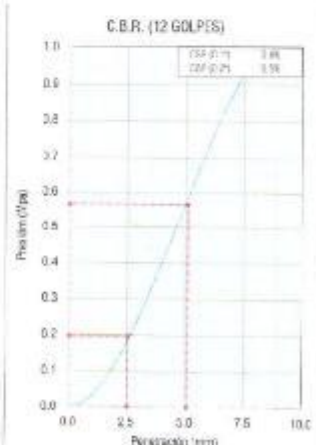
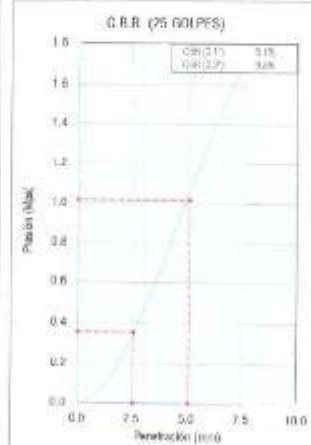
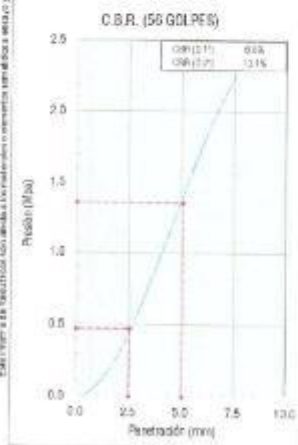


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : NTP 339.141  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (Grav<sup>3</sup>) : 1.902  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.39  
 95% Máxima Densidad Seca (Grav<sup>3</sup>) : 1.712

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1" (Pa)	: 5.41
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1" (Pa)	: 4.80



OBSERVACIONES:

Realizó: Tec. Roy S.R.  
 Revisó: Ing. Johnny R. G.



Ing. Civil Javier R. BARRERA OLIVERA  
 C.I.P. N° 204153

RUC: 20201685324  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 304569-2018/DSD



Angel Fernández Quiroz N° 269946134 Urb. El Sol, Lima  
 Pje. Añales N° 122 15/ Urb. Huanayo  
 Telef. 54104608 91552334  
 Correo: info@silvergrotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	N-02	SG-11792022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TEMA:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP-339.176  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Localidad	Hilca Giltepe	Profundidad	1.00 m	Altitud (L-44)	2.277.00 m s.n.m
Método de Muestra	Extracción Manual	Mostr. finaliza	No presente	Coordenadas UTM	E 463077 N 866500-9
Identificación de muestra	Aplicación del 10% de NaOH - M-42				

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

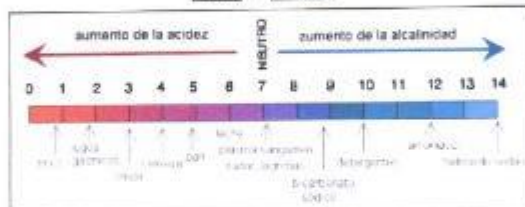


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.2 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 29 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

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



RUC: 20501685374  
 [Pág. 05]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004886-2015/DSD



C/ Angel Hernández Quiroz N° 2804 Int. 104 Urb. El Sol  
 Paje Surco N° 122, 153 Chloa, Huancayo  
 Telf: 050444448 / 955050584  
 Correo: [lab@silvergeotec.com](mailto:lab@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CCD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-03	SG. N° 7902322

Baño: CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad: Per el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 10% de NaOH

Profundidad: 1.50 m  
 Tipo de suelo: No presiona

Altud (Cota): 3 377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 483071 N: 660215

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

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	3.00 g	0.0%	99.9%
3/8"	9.50 mm	67.00 g	3.1%	96.9%
N° 4	4.75 mm	285.00 g	17.6%	82.4%
N° 10	2.00 mm	213.00 g	28.4%	71.6%
N° 20	0.85 mm	112.00 g	34.1%	65.9%
N° 40	0.425 mm	52.00 g	35.7%	64.3%
N° 60	0.25 mm	34.00 g	38.4%	61.6%
N° 100	0.15 mm	25.00 g	39.7%	60.3%
N° 200	0.075 mm	10.00 g	40.2%	59.8%
PASA		1100.00 g	100.0%	0.0%
		1973.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Temperatura T	---	---	N° 02
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (G-1)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (G-2)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* G/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra M<sub>1</sub>:  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa: Masa mínima recomendada - especimen -

**Clasificación de Suelos**

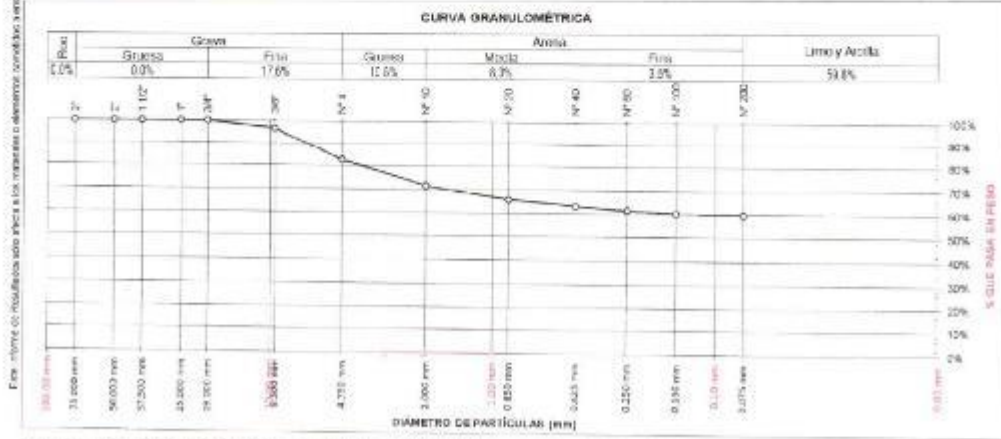
SUCS (NTP 339.134): CL AASHTO (NTP 339.135): A-5 (6)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	17.60%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	27.69%
Limo y Arcilla	[φ < N° 200]	54.70%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{30}}$   $C_c = \frac{D_{30}^2(D_{10} - 0.075)}{D_{60}^2(D_{30} - 0.075)}$



Todos los valores observados y calculados se ajustan a las directrices para dígitos significativos y redondeos establecidas en la Práctica ASTM D692.

**OBSERVACIONES:**

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



RUC: 20501685024  
 (Pág. 01)





Angel Hernández Quiroz N° 2000 88 138 265 650 Lima  
 Rta. Aéreo N° 122 152 Chica Tumbucay  
 Tumbucay 014400068 / 655520384  
 Correo: silvergeotec@peru.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA MEDIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
18-05-22	12-07-22	M-03	SG_N790302

SOLICITANTE:  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

TESIS:  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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 NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN: SUED (NTP 338.134) / AASHTO (NTP 339.135)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

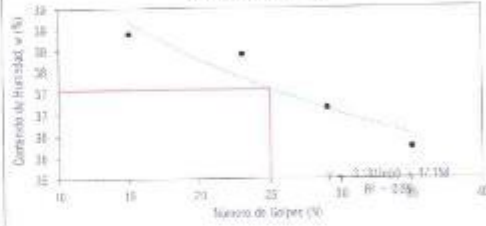
Mediudad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 10% de NaOH - M-03  
 Profundidad: 1.00 m  
 Muestra: FCP  
 Altitud (Oca): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 489377 N 8060015

Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente de Selenio	N	Selenio	15	23	29	35
Recipiente N°	---	---	N° 11	N° 02	N° 20	N° 41
(A) Masa de Contenedor Vacío	M	g	21.78	22.18	23.38	22.88
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	g	41.20	42.41	42.42	41.88
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	g	35.57	36.58	37.12	36.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	14.09	14.47	14.82	14.22
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	g	5.61	5.84	5.32	5.08
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	38.40	37.90	36.84	36.72

Curva de Fluides



Límite Plástico (Método Manual)

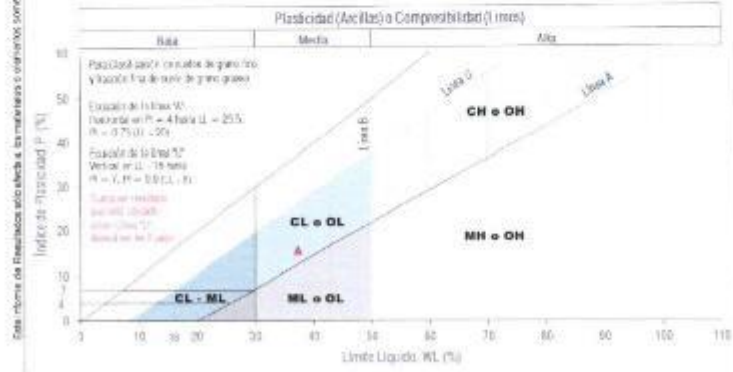
Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 02	N° 14	N° 20	N° 26
(A) Masa de Contenedor Vacío	M	g	22.75	23.25	23.15	22.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	g	34.15	34.06	34.48	34.89
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	g	32.13	32.00	32.48	32.79
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	9.38	8.65	9.31	8.83
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	g	2.05	2.08	2.03	2.16
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.82	21.59	21.70	21.36

Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	37.2%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	21.6%	Plasticity Index (PI)	15.6%
---------------------------------	-------	----------------------------------	-------	-----------------------	-------

Clasificación de Suelos

SUED (ASTM D2487-17) = CL | AASHTO (ASTM D1557-15) = A-2 (6)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava.



Carto de Plasticidad elaborado según: Figure C-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th Edition

Asesorado: Tcn. Ray S.R.  
 Revisado: Ing. Jimmy R.O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Geotecnias, Comercio y Proyectos  
 Ing. Civil Johay R. FAYWARD OLIVERA  
 C.I.F. N° 2043202

PUC: 20501865324  
 [Pág. 02]





J. Agustín Amador (Cero N° 28091), 194 años, Días  
 Calle: N° 1015, 132 Urbanización, Huancayo  
 Teléfono: 043440007 / 043440004  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	17-07-22	M-03	SG- N° 79/2022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TEMA:**  
 \*EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO\*

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

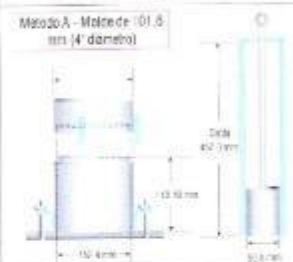
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 10% de NaOH - M-03  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava Gc  
 Altitud (Cota): 2,371.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 485077 N: 5860015  
 Escala: 2:80

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

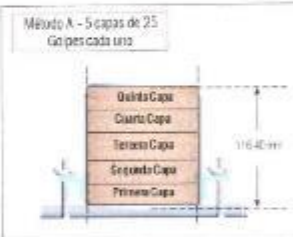
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Rango		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.30	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	(g)	6988.00	6777.00	8112.00	6883.00
(B) Peso del Molde	M <sub>molde</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	2846.00	2635.00	3970.00	2741.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	952.34	932.34	932.34	932.34
(F) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	2.987	2.827	4.258	2.940



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Rango		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 18	N° 17	N° 18	N° 19
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>A</sub>	(g)	54.70	50.00	56.14	58.90
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	(g)	333.40	308.90	344.57	367.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	323.40	316.74	302.14	319.89
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	248.67	266.74	246.00	260.70
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	84.73	42.16	98.57	106.46
(F) Contenido de Humedad (% H <sub>2</sub> O)	w (%)	(%)	33.98	15.78	40.07	40.83
(G) Densidad Seca	γ <sub>d</sub>	g/cm <sup>3</sup>	3.133	2.918	4.604	3.236



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.825
Óptimo Contenido de Humedad (%)	15.78
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (B-0)	174.6

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S.A.  
 Revisado: Ing. Johnny R. G.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos

Ing. CIVIL **JOHNNY RAMIRO OLIVERA**  
 C. R. N. N° 20.485.2

RUC: 20601585624  
 [Pag. 03]



Av. Angel Fernández Ochoa N° 2007-04, 10004, Lima  
 Pte. Aviles N° 52, 157 Chila, Huancayo  
 Telf: 96040000 / 96050504  
 Correo: silver@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DEL INFORME
16-05-22	19-07-22	M-03	SG-N°180202

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

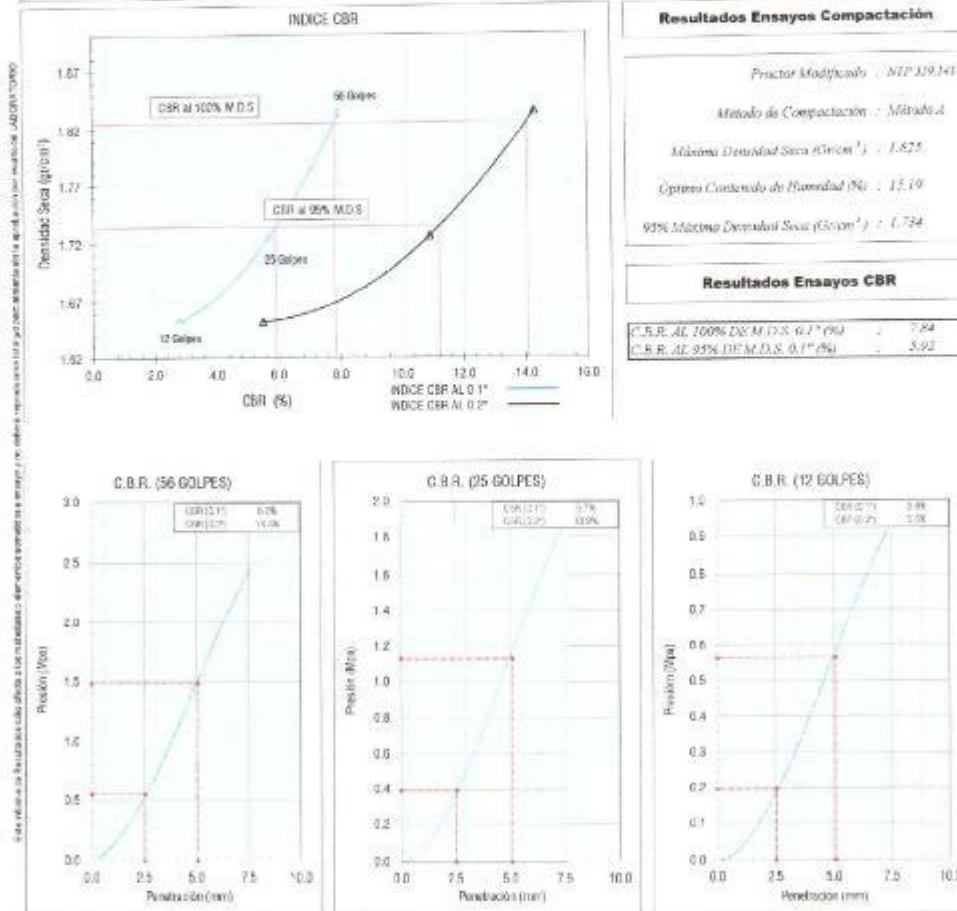
ENSAYOS REALIZADOS:

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: For al Cliente  
 Profundidad: 1.00 m  
 Altitud (Dato): 3.377.00 m s.n.m.  
 Identificación muestra: Adición del 10% de NaOH - M-03  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Coordenadas UTM: E 480177 N 8900016  
 Caracterización del Suelo: Arcilla arcillosa de baja plasticidad con grava

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**



OBSERVACIONES:

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



Ing. CIVIL JÓSE P. BUSTAMANTE OLIVERA  
 C. T. 10000000000

RUC: 20501635524  
 (Pág. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales. Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004689-2018/DSD



Angel Fernández, Curac N° 280191, 114 Urb. Dos Límites, Huancayo N° 129 - 142, Huancayo, Huancayo  
 Telf: 94044480 / 945505534  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	M-03	SG-N°79/2022

**SOLICITANTE:**

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TEBIS:**

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad	Por el Cliente	Profundidad	1.00 m	Altud (Cota)	4.077.20 m s.n.m.
Método de Muestreo	Excoación Manual	Mapa topográfico	No presenta	Coordenadas UTM	E-483077 N-9900095
Identificación de muestra	Accion de 10% de NaOH - M-03				

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

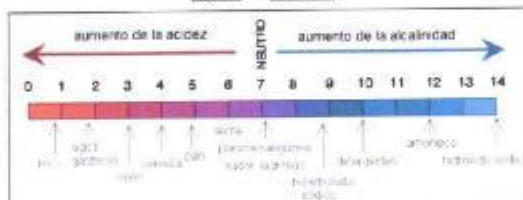


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.1 mg/kg

Método empleado: A.  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 28 mg/kg

Método empleado: A) Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruro y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

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



BUO 20601685504  
 (Fol. 35)



Av. Angel Ferrnandez Quiroz N° 2008 Int. 104 Urb. Los Olivos  
 P.O. Box N° 112-152 Chusca, Huancayo  
 Telf: 043486688 / 965055594  
 Correo: jorge@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-05-22	18-07-22	M-01	SC N°78/202

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Por el Cliente  
 Método de Muestreo : Excavación Manual  
 Identificación de muestra : Arena del 12% de HACH

Profundidad : 1.50 m  
 Napa freática : No presenta

Altud (Cota) : 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E:483077 N:8669078

Tamizos ASIM 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"	18.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	65.00 g	2.9%	97.1%
N° 4	4.75 mm	328.00 g	17.2%	82.8%
N° 10	2.00 mm	285.00 g	29.8%	70.2%
N° 20	0.85 mm	95.00 g	34.0%	66.0%
N° 40	0.43 mm	51.00 g	36.2%	63.8%
N° 60	0.25 mm	36.00 g	37.8%	62.2%
N° 100	0.15 mm	21.00 g	38.8%	61.2%
N° 200	0.08 mm	2.00 g	38.8%	61.2%
PASA		1387.00 g	100.0%	0.0%
		2298.00 g	100.0%	100%

Variables	Hm		Muestra
	Var	Unidad	
Respiente W <sup>1</sup>			0.00
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>us</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ss</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-A)	M <sub>s</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	-

Requisitos mínimos de espesor y peso de material tomado sobre el cono como representativo de la muestra (g):  
 - Tamaño máximo partícula % que pasa  
 - Masa mínima requerida - especificación

SUCS (NTP 339.134) : CL	AASHTO (NTP 339.135) : A-2 (3)
Arcilla arcillosa de baja plasticidad con grava	

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	17.20%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	21.60%
Fines	[ φ < N° 200 ]	61.20%

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



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a los requisitos para dichos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D6005.  
**OBSERVACIONES:**

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



RUC: 2050168534  
 [Fol. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial de INDECOPI con Resolución N° 004588-2018-0282





Angel Fernando Quiroz N° 297918, 164 años Edo. Lima  
 Pje. Andino N° 122, 322 Distrito, Huancayo  
 Telf: 06464668 / 995529344  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	14-07-22	M-01	BO. N° 782932

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

LIMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACION: SUCE (NTP 329.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

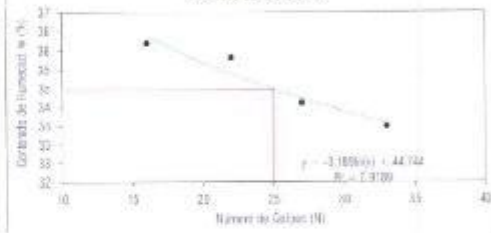
Modalidad : Por el Cliente Profundidad : 1.00 m  
 Método de Muestreo : Excavación Manual Napa baseica : N° 1  
 Altitud (Cota) : 3377.00 m s.n.m.  
 Identificador de muestra : Adición del 12% de NaOH - M-01 Coordenadas UTM : E 483774 N 6562015

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Número de Golpes	N	Golpes	18	20	27	30
Recipiente V'	—	—	10.15	11.25	10.63	11.14
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	22.14	22.54	22.94	23.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	46.85	47.95	47.59	47.33
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ws</sub>	(g)	41.55	41.94	41.62	41.40
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	19.21	18.93	18.68	18.36
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	5.30	6.04	5.97	5.93
(F) Grado de Humedad (100° E/D)	w	(%)	27.60	32.32	34.10	32.32

**Curva de Fluides**



**Límite Plástico (Método Manual)**

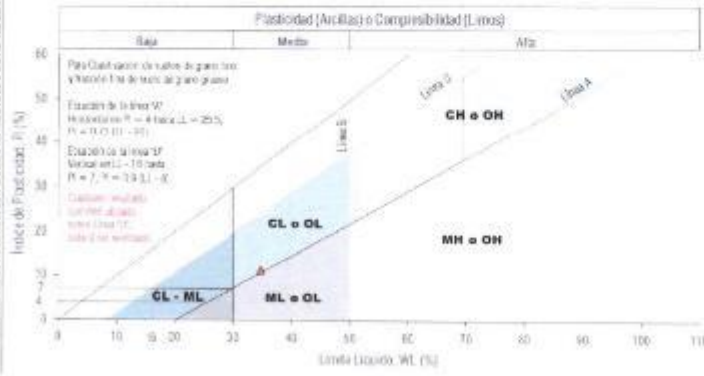
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente V'	—	—	6.36	6.31	6.00	6.17
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	21.15	21.95	21.55	21.56
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>wh</sub>	(g)	33.63	34.63	34.13	34.26
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>ws</sub>	(g)	31.43	32.09	31.78	32.05
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	10.28	10.59	10.23	10.49
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	2.20	2.54	2.46	2.21
(F) Grado de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.39	23.63	23.93	21.96

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 24.7%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> )	: 23.3%	Plasticity Index (PI)	: 1.4%
---------------------------------	---------	--	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**

SUCS (ASTM D2487-17) : CL AASHTO (ASTM D3283-16) : A-5 (5)  
 Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava.



**LEYENDA**

- Suelo de 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 W' : Sobre A

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Baja M. Das 6th Edition, 2008.

Redactor : Tec. Roy S. R.  
 Revisor : Ing. Johnny R. O.



THE LABORATORY OF SOILS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING

RUC 20601685524  
 [Pág. 02]

Laboratorio de Ensayo de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2016/DSO



Av. Angélica (ex-ante) Oroya N° 2877-01, 1to. piso, Tarma, Junín  
 Tel: +51 (0) 72 130 0100, Huancayo  
 Telef: 9604968 / 96557004  
 Correo: administracion@silvergeotech.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA REALIZADO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	19-07-22	M-01	SG- N°792022

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

TÍTULO:

**\*EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO\***

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

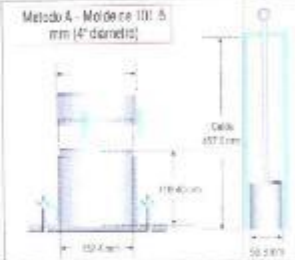
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Per si Cuenta  
 Identificación muestra: Adición del 12% de NaOH - M-01  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: CL  
 Clasificación del Suelo: Arcilla arcillosa de baja plasticidad con grava de 2.80  
 Área (Corte): 3,577,00 m<sup>2</sup> m  
 Coordenadas UTM: E=482077 N=8980073

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

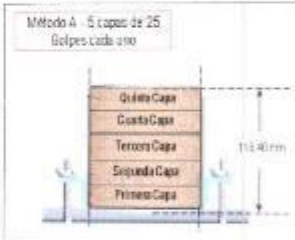
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Método		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Número de Capas	N	Capas	5.00	3.00	3.00	3.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	55.00	30.00	30.00	30.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M <sub>can</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	1142.00	1142.00	1142.00	1142.00
(C) Masa de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Húmeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	3.218	3.218	3.218	3.218

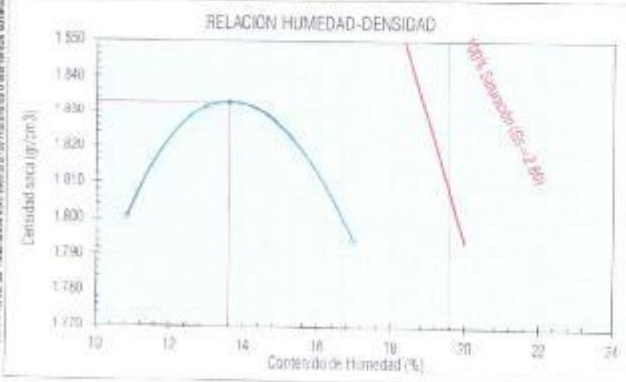


**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Método		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 28	N° 28	N° 21	N° 28
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	40.99	41.70	41.71	42.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	304.25	321.40	311.37	315.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	276.37	290.20	276.35	293.90
(D) Masa de Suelo Seco (D-A)	M <sub>4</sub>	(g)	235.38	248.50	234.64	251.90
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	28.88	31.20	34.40	41.00
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	12.27	12.52	14.66	16.28
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.803	1.802	1.822	1.704



Este informe de resultados está sujeto a modificaciones si se requieren por escrito del LABORATORIO



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.833
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.00
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (15.7%)	1.73.1

OBSERVACIONES:

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



Ing. Civil Johnny R. CAYUMANDO OLIVERA  
 C.I.T. N° 10000000000000000000

RUC: 20501645604  
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004684-2018/090



J. Angel Fernandez Ochoa N° 29214-19449-100, Lima  
 Pje. Mariscal 132-132 Chila, Huancayo  
 Telf: 04454966 / 95520264  
 Correo: info@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente Profundidad: 1.50 m Altitud (Cota): 3.377.00 m s.n.m.  
 Identificación muestra: Adición del 12% de BACD - M-01 Símbolo del Suelo: CL Coordenadas UTM: E 483077 N 8660015  
 Clasificación del Suelo: Arcilla gruesa de tipo pedregosa con grava

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-05-22	25-07-22	M-01	SG-17700002

TESIS:

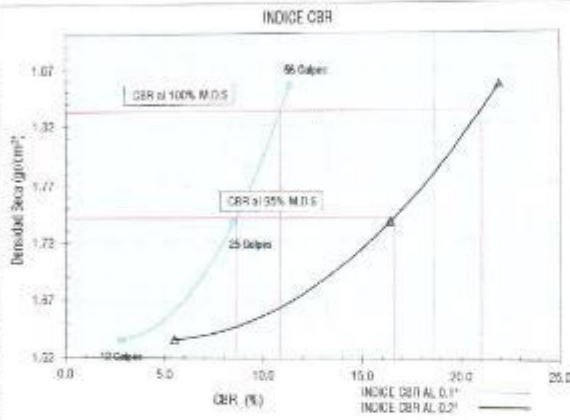
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Este informe de laboratorio aplica a los materiales sometidos a los ensayos descritos en el presente informe y no cubren ni garantizan el comportamiento de los materiales en el campo.

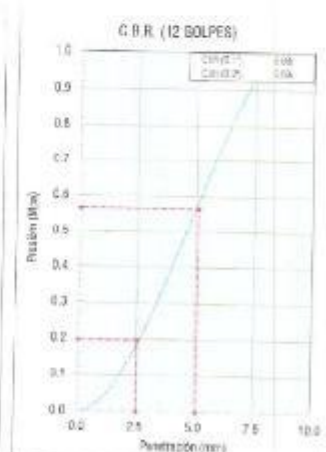
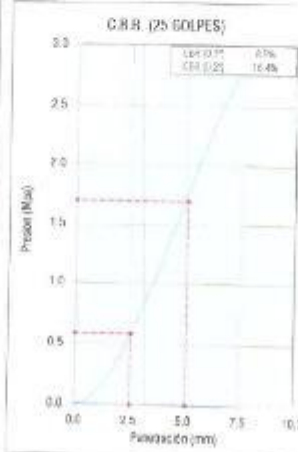
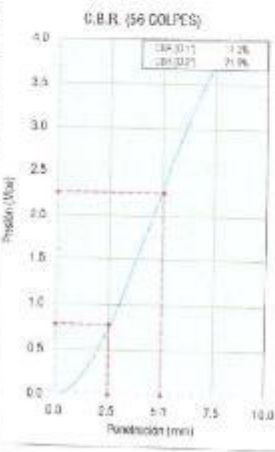


Resultados Ensayos Compactación

Factor Modificado : 1.00  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.833  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 13.00  
 95% Máxima Densidad Seca (G/cm³) : 1.741

Resultados Ensayos CBR

CBR AL 100% D.M.D.S. 0.1" (96)	10.83
CBR AL 95% D.M.D.S. 0.1" (96)	8.20



OBSERVACIONES:

Realizó: Tec. Roy S.R.  
 Revisó: Ing. Johnny R. D.



Ing. César E. RAYMONDO OLIVERA  
 C.I. N° 100000000

MUD: 20621605524  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004686-2016/DBD

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	M-01	SG-N702322

**SOLICITANTE:**

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad	Vial en Cilindro	Profundidad	1.50 m	Altud (LMS)	3.377.00 m s.n.m
Método de Muestreo	Excavación Manual	Mapa topográfico	No presente	Coordenadas UTM	E-483077 N 695000-19
Identificación de muestra	Actividad del 12% de NaOH - M47				

Este informe de resultados sólo afecta a los materiales o materiales sometidos a ensayos y no deberá reproducirse ni utilizarse parcialmente en la elaboración de otro informe.

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

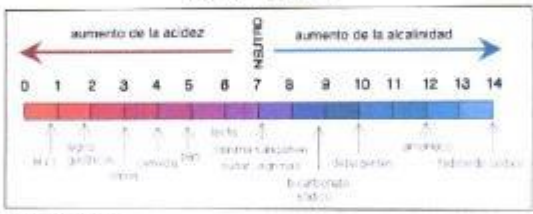


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.2 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 29 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en los unidades establecidas para suelos en los formatos correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Realizado: Tico Rey S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



REC: 20801585524  
 [Pag. 05]





Av. Angel Hernández Quiroz N° 2805 km. 104.460 - Lima  
 Pje. Héroles N° 422-152 Chimo, Huancayo  
 Telf: 94636622 / 94636594  
 Correo: [lab@silvergeotec.com](mailto:lab@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18.05.22	18.07.22	M-02	89. N°792027

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.138  
 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.137  
 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (NTP 339.134) / AREÍTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Acción del 12% de NaOH  
 Profundidad: 1.93 m  
 Nepe hídrica: No probada  
 Altitud (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 493377 N: 8962070

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

Tamiz (ASTM E 11)	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	150.00 g	7.2%	92.7%
N° 4	4.75 mm	331.00 g	23.0%	77.0%
N° 10	2.00 mm	275.00 g	36.1%	63.9%
N° 20	0.85 mm	73.00 g	39.7%	60.3%
N° 40	0.43 mm	62.00 g	47.6%	52.4%
N° 60	0.25 mm	52.00 g	45.1%	54.9%
N° 100	0.15 mm	43.00 g	47.2%	52.8%
N° 200	0.08 mm	21.00 g	48.7%	51.3%
PASA		1089.00 g	100.0%	0.0%
		2101.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	H <sub>2</sub> O		Muestra
	Var	Unidad	
Temperatura T <sub>1</sub>	---	---	11.00
(A) Peso de Contenedor & Sello Húmedo	M <sub>1</sub>	(g)	0.03
(B) Peso de Contenedor & Sello Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Sello Seco	M <sub>3</sub>	(g)	1.00
(D) Peso de Sello Seco (G A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (P-G)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100* F/G)	w	(%)	---

República: número de especímenes de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total  
 - Tamiz: no se usó el tamiz que pasa más mínima recomendada - especificación -

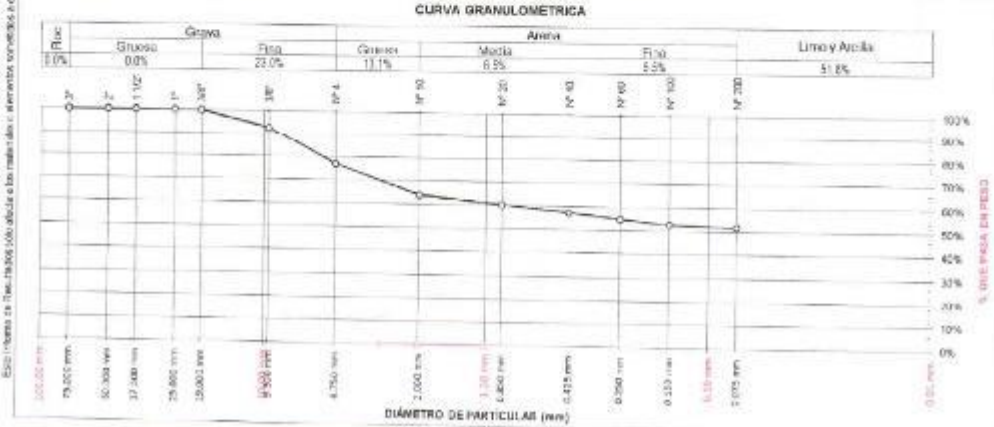
**Clasificación de Suelos**  
 AREÍTO (NTP 339.134) / LÍMULO (NTP 339.135) - A-4 (2)  
 Limo arenoso con grava

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	23.00%
Areneza	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	25.10%
Finos	[ φ < N° 200 ]	51.90%

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**

D <sub>10</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>60</sub>
$C_u = D_{60}/D_{10}$		
$C_c = (D_{30}^2 - D_{10}D_{60}) / (D_{60} - D_{10})^2$		



Observaciones: todos los valores observados y calculados se ajustan a redondeos para dígitos significativos y redondeo establecido en la Práctica AS 11 (ISO 20).

Revisado: Tec. Roly S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. G.



RUC: 20501685524  
 IFig. 011



Angel Ferrnido Quiro Nº 2009 Int. 104 Urb. Edo. Lima  
 Pje. Huacho Nº 122 Urb. Chaca, Huacho  
 Telf: 045444444 / 45528204  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-06-22	16-07-22	M-02	SG-1776/2022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLARANTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN: BUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Muestreo: Perforación  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 7% de NaOH - M-02  
 Profundidad: 1.00 m  
 Mapa Geotécnico: N.P.  
 Altitud (Geod): 3.377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483677.41 2885812.1

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Unidad	01	02	03	04
Responde N°	---	19	24	29	30
Responde N°	---	19	19	19	19
(A) Masa de Contenedor Vacio	W <sub>c</sub> (g)	22.75	23.16	23.58	23.94
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub> (g)	44.14	45.27	45.28	44.84
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100s</sub> (g)	33.65	34.93	43.12	39.90
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub> (g)	10.91	11.77	10.54	11.22
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub> (g)	1.19	1.07	1.16	1.04
(F) Contenido de Humedad (100° B/D)	w (%)	32.92	32.12	31.29	30.48



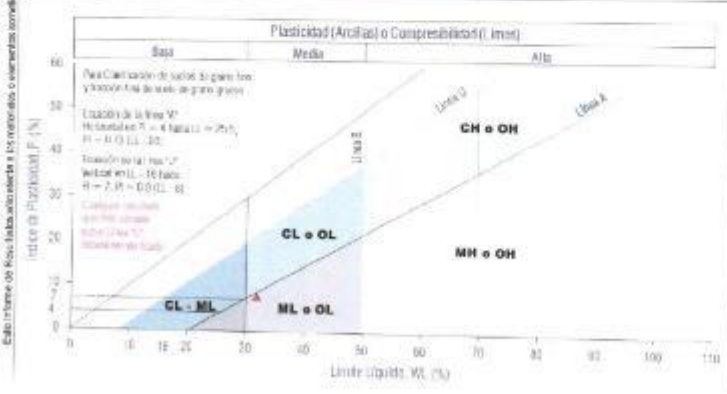
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Unidad	01	02	03	04
Responde N°	---	11	11	11	11
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub> (g)	23.57	24.07	23.97	23.78
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub> (g)	37.60	38.88	38.18	38.68
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100s</sub> (g)	33.05	33.88	31.41	33.74
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub> (g)	11.48	11.81	11.44	11.88
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>w</sub> (g)	2.90	2.78	2.77	2.65
(F) Contenido de Humedad (100° B/D)	w (%)	24.29	23.64	24.21	23.83

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 31.7%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 24.0%	Plasticity Index (PI)	: 7.7%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
 STRCS (ASTM D2487-17): **ML** / AASHTO (ASTM D1532-15): **U-S (2)**  
 Limo arcilloso con grava



- LEYENDA**
- Suelo en coloración
  - Áreas hachuradas de baja plasticidad
  - Límites hachurados de baja compresibilidad
  - Áreas hachuradas de media plasticidad
  - Límites hachurados de compresibilidad media y limos orgánicos
  - Áreas hachuradas de alta plasticidad
  - Límites hachurados de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
  - Ecuación de la línea U<sup>o</sup>:  $U = 0.73 - 0.00026(PI)$

Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Briga M. Das 3th Edition

Revisado: Tsc. Roy S.R.  
 Revisado: Mg. Johnny R. G.



RUC: 20901083524  
 [Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018-0380



Av. Arce Primavera Quota N° 2894 Int. 104 Urb. El Paraíso  
 P.O. Box N° 127 150 Chilca, Huancayo  
 Telf: 04549464 / 55289588  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	19-07-22	M-02	Nº N7902022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

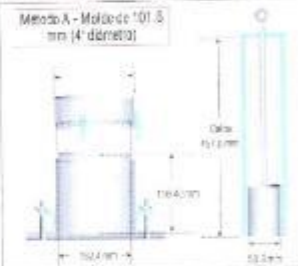
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Acción del 12% de NaOH - M-02  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: ML  
 Clasificación del Suelo: Limo arenoso con grava  
 Área (Cota): 8.377.00 m<sup>2</sup> (1.00)  
 Coordenada UTM: E 483077 N 8360815  
 Cota: 2.30

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

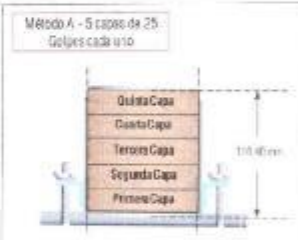
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	3.00	3.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	58.00	36.00	58.00	58.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>can</sub>	(g)	8023.00	6062.00	6118.00	8194.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	(g)	3881.00	1920.00	1976.00	4052.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	932.34	932.34	932.34	932.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.88	2.05	2.12	2.10



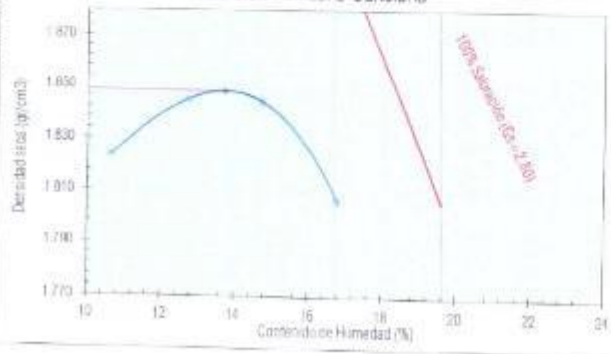
**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Relaxante N°	—	—	01	02	03	04
(A) Masa de Contenedor Vaco	M <sub>1</sub>	(g)	51.38	51.81	52.82	51.41
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>2</sub>	(g)	302.78	222.90	312.30	328.68
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	278.81	232.31	279.42	288.68
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	227.43	218.88	226.60	237.27
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	24.97	30.02	33.48	41.41
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	W	(%)	10.85	12.77	14.76	18.76
(G) Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>		1.824	1.848	1.844	1.887



Este informe de Resultados no afecta a los métodos o procedimientos admitidos a registro y no debe considerarse un informe de laboratorio independiente de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de acreditación.

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.98
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.02
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kN/m <sup>3</sup> )	116.8

**OBSERVACIONES:**

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



Ing. Civil Johnny P. OLMEDO OLIVERA  
 07.12.2017

RUC: 20601562624  
 (Pág. 03)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 00488-2014/DSD





Av. Angel Hernandez Quiroz N° 209144 - 101 Urb. El Sol  
 P.O. Box N° 122 - 152 Chila, Huancayo  
 Telf: (0434444) / 933591394  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-09-22	25-07-22	M-02	SG-11792022

TDRIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**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 CAL, FORMA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145

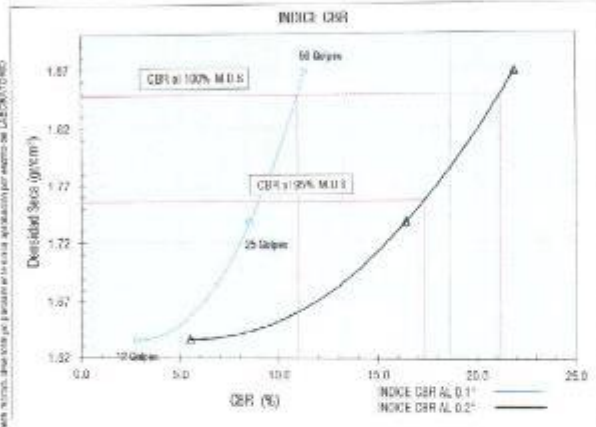
**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modelado: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 12% de NaOH a M-02  
 Profundidad: 1.00 m  
 Símbolo del Suelo: ML  
 Clasificación del Suelo: Limo arenoso con grava

Altitud (Cota) : 3.871.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E 462077 N 8960016

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**

Este informe de resultados solo aplica a los materiales sometidos a los ensayos y no deberá utilizarse para otros fines que no sean los que se especifican en el presente informe de laboratorio.

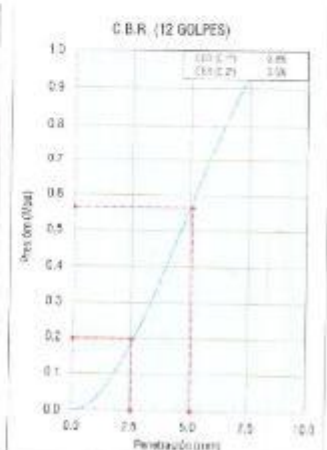
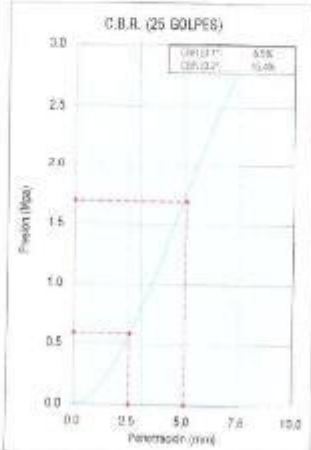
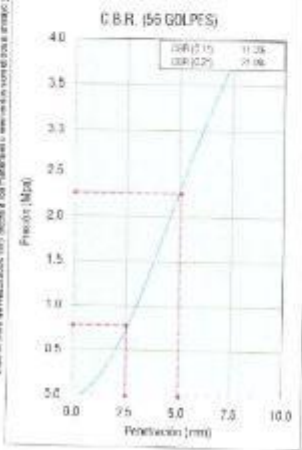


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado : NTP 339.141  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.848  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.72  
 95% Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.756

**Resultados Ensayos CBR**

C.B.R. Al 100% C.M.U.S. 0.1" (76)	10.24
C.B.R. Al 95% C.M.U.S. 0.1" (76)	8.90



**OBSERVACIONES:**

Realizado: Tec. Nay S.R.  
 Revisado: Ing. Antony R. O.



RUC: 20161685626  
 [Pag. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2019/DG

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	M-07	SG- N°740302

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TEMA:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

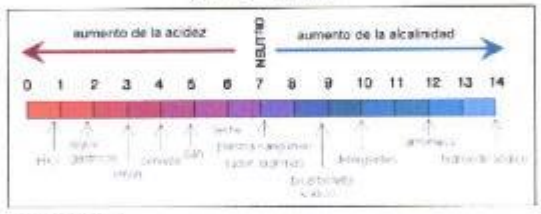
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 - MÉTODO DE ENRAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-178  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Muestreo : Por el Cliente      Profundidad : 1.50 m      Altitud (Cota) : 3,377.00 m s.n.m.  
 Método de Muestreo : Extracción Manual      Napa Instalada : No presente      Coordenadas UTM : E 484077 N 990031  
 Identificación de muestra : Adición del 17% de NaOH - M-07

Este Informe de Resultados de los ensayos de suelos y aguas subterráneas o elementos químicos a los que se refieren en el presente informe, ha sido elaborado por el personal autorizado por el INACO NACIONAL

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-178**

pH : 14.0



**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-177**

SS : 14.3 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339-178**

SS : 29 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Revisado: Tte. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC 2060158534  
 (Pag. 05)



Av. Angel Fernández Quiroz N° 2800 Int. 104 Urb. El Sol  
 P.O. Box N° 122-152 Chibin, Huancayo  
 Telf: 86004688 / 86500088  
 Correo: [geotec@silvergeotec.com](mailto:geotec@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	16-07-22	M-03	SC-1792002

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.126  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Localidad: For el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Descripción de muestra: Acción de 12% de NaOH  
 Profundidad: 1.00 m  
 Tipo fricción: No presenta  
 Altura (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483072 N 6980013

**Análisis Granulométrico NTP 339.126**

Tamices ASTM # 11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Referido Acumulado	% Que Pasa
3	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
20	850.00 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%
N° 4	4.75 mm	341.00 g	16.2%	83.8%
N° 10	2.00 mm	301.00 g	28.4%	71.6%
N° 20	0.85 mm	195.00 g	36.2%	63.8%
N° 40	0.425 mm	74.00 g	39.2%	60.8%
N° 60	0.25 mm	61.00 g	41.6%	58.4%
N° 100	0.15 mm	53.00 g	43.8%	56.2%
N° 200	0.08 mm	12.00 g	44.3%	55.7%
PASA		1384.00 g	100.0%	0.0%
		2483.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	Nm		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente W	---	---	0.00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	2.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	2.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (D-A)	M <sub>4</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	---

Requisitos mínimos de espesores de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total.  
 - Tamaño mínimo: partícula # que pasa  
 - Masa mínima recomendada: especificar en

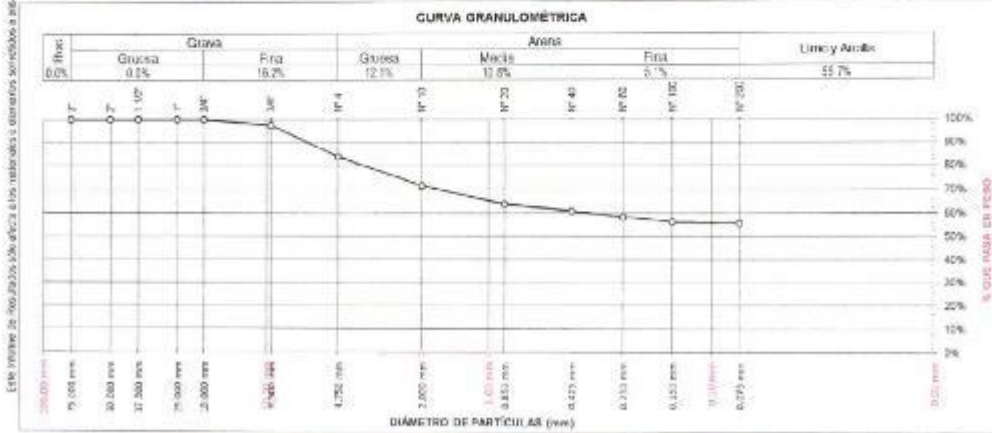
**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3"]	16.20%
Arena	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	28.60%
Finos	[ φ < N° 200 ]	55.20%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (NTP 339.134) : **ML** / AASHTO (NTP 339.135) : **A-4 (S)**  
**Limo arenoso con grava**

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**

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



Todos los valores observados y calculados se ajustaron a los decimales para dígitos significativos y redondeo establecidos en la Práctica ASTM D 2954.

**OBSERVACIONES:**  
 Revisado: Tac. Rly S.P.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio de Ensayos de Suelos y Pavimentos  
 Ing. Civil Jairo R. BAYRONDO OLIVERA  
 C.I. N° 201302  
 RUC: 20601685524  
 [Pág. 01]



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
10-05-22	18-07-22	M-03	SG-N792022

SOLICITANTE:  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

TESIS:  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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:

LÍMITES DE ATTERBERG 36(2): NORMA NTP 339.129  
CLASIFICACIÓN: SOCS (NTP 339.134) / AAS-113 (NTP 339.138)

Modalidad: Foro a Cliente Profundidad: 1.50 m Altud (Cota): 3,571.06 m s.n.m.  
Método de Muestreo: Excavación Manual Napa hástica: N.P. Coordenadas UTM: E: 483077.71; N: 6360015  
Identificación de muestra: Acción del 12% de NaOH - M-03

**Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

**Límite Líquido (Método Multipunto)**

Variable	Rec	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	17	23	30	35
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 23	N° 30	N° 35
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	g	23.78	23.30	23.58	23.65
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	g	41.53	45.27	45.28	44.61
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	g	37.14	38.65	39.58	38.03
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	g	13.36	15.35	16.00	14.38
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	4.71	6.62	5.70	5.19
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	35.28	34.12	32.30	30.17



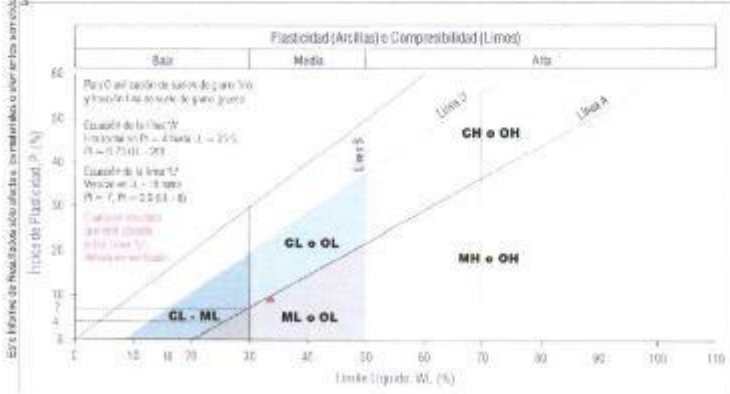
**Límite Plástico (Método Manual)**

Variable	Rec	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 23	N° 102	N° 50	N° 25
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>0</sub>	g	24.05	23.78	21.25	20.98
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	g	37.65	35.58	38.15	38.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>200</sub>	g	25.05	24.70	25.03	23.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	11.00	11.07	13.77	12.52
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	2.62	2.91	3.13	3.08
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	23.81	26.31	22.69	24.64

**Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)**

Liquid Limit (LL <sub>w<sub>L</sub></sub> )	: 33.5%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> )	: 24.1%	Plasticity Index (PI)	: 9.4%
---	---------	--	---------	-----------------------	--------

**Clasificación de Suelos**  
SOCS (ASTM D2487-17) : ML AASHTO (ASTM D 3282-15) : A-4 (3)  
**Limo arenoso con grava**



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4-21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - 8th Edition, Edition OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.  
Revisado: Ing. Ashly P.O.



AUG. 20021965321  
(Pag. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004684-2018/CO





Legal N° 209916, 700 sbs, 1da, 1ra  
 Pje. Surco N° 137 Chila, Huanuco  
 Telf: 081 444 111 / 444 111  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRA	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
18-05-22	19-07-22	M-03	90 N°191022

**SOLICITANTE:**  
**Bach. CI #MENTE VILCA, CYNTHIA**

**TEMAS:**  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA N° D 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Muestra: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Anión del 12% de NaOH - M-03  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: M<sub>U</sub>  
 Caracterización del Suelo: Limo arenoso con grava  
 Anillo (Dob): 3.577 00 m x 0.10 m  
 Coordenadas UTM: E: 483027 N: 6660115  
 Cu: 2.00

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Unidad		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	55.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Mide	M <sub>tot</sub>	g	8225.00	8073.00	8117.00	8172.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mol</sub>	g	4142.00	4132.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	g	4083.00	3941.00	4075.00	4030.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	832.34	832.34	832.34	832.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	2.86	2.07	2.18	2.17

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	—	—	N° 32	N° 36	N° 50	N° 41
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	g	51.67	54.72	54.39	52.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>tot</sub>	g	315.52	333.67	323.64	347.37
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>tot</sub>	g	295.38	301.20	307.20	304.75
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	g	243.69	246.48	252.86	248.93
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	g	27.36	32.42	36.32	45.67
(F) Contenido de Humedad (% (D/E))	w	(%)	11.88	13.18	14.32	18.32
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.88	1.88	1.92	1.81



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.820  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.45  
 Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kN/m<sup>3</sup>) : 175.4

**OBSERVACIONES:**

Revisado: Ing. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny A. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos y Terzaghi  
 Ing. Civil Johnny D. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.E.T. N° 204392  
 RUC: 23601685624  
 (Pag. 13)





Av. Angel Fernández Quiroz N° 2831 1da. Tm. Tta.  
 Lima  
 RUC: 20801527152 (IICA) / 20801527152  
 Teléfono: 01 (01) 4444444 / 999999999  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	CD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	25-07-22	M-03	SG- N 792022

TEMA:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

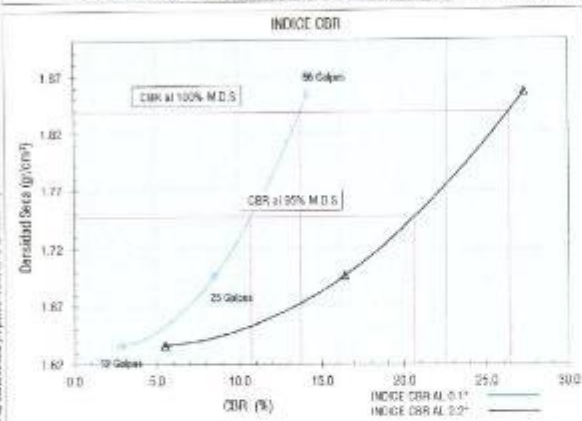
METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Acción del 12% de NaOH - M-03  
 Profundidad: 1,50 m  
 Símbolo del Suelo: M  
 Clasificación del Suelo: Lima arenosa con grava  
 Altitud (CBR): 3.327,00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 489377 N 8650216

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

Este informe de resultados está sujeto a las condiciones de validez de los datos y no garantiza la exactitud de los datos.

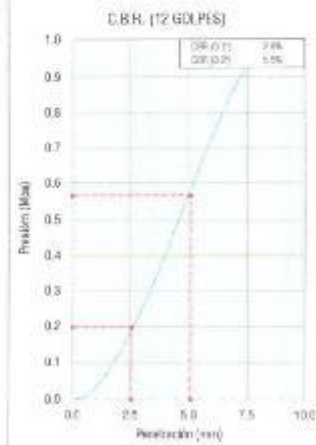
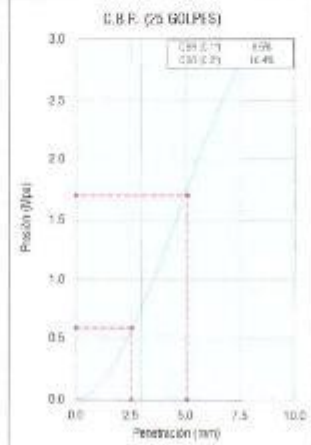
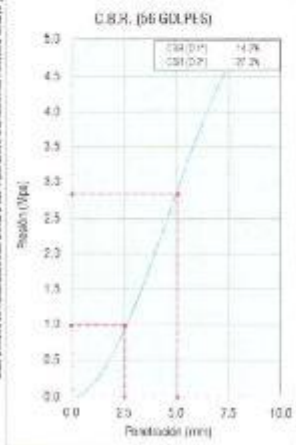


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : 97,199 (t)  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (Tercer<sup>o</sup>) : 1,839  
 Óptima Contenido de Humedad (w<sub>o</sub>) : 14,45  
 95% Máxima Densidad Seca (Tercer<sup>o</sup>) : 1,747

Resultados Ensayos CBR

CBR AL 100% DE M.D.S. (t) (%) : 13,74  
 CBR AL 95% DE M.D.S. (t) (%) : 10,72



OBSERVACIONES:

Realizado: Tac. Rly S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Laboratorio de Suelos  
 Huancayo, Junín  
 Reg. Civil: 20801527152  
 RUC: 20801527152

RUC: 20801527152  
 (Pág. 04)

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



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-05-22	02-08-22	M.G.3	SG N°792022

**SOLICITANTE:**  
Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178  
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Modalidad	Terrestrial	Profundidad	1.10 m	Altitud (Cota)	3317.00 m s.n.m
Método de Muestreo	Extracción Manual	Naveo Usado	Mojado	Coordenadas UTM	E 489177 N 8000315
Identificación de muestra	Acción del 12% de NaOH - M.G.3				

Este informe es el resultado de un servicio de laboratorio y no debe ser utilizado como evidencia legal. El cliente es responsable de la veracidad de los datos proporcionados y de la correcta interpretación de los resultados.

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

pH : 14.0

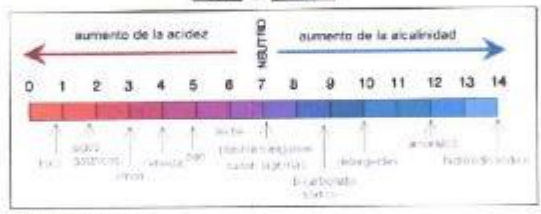


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.4 mg/kg

Método empleado: "A"  
SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 30 mg/kg

Método empleado: "A" Gravimétrico  
SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Revisado: Ing. Roy S.R.  
Revisado: Ing. Jairo R. O.



RUC: 20601565324  
(Pag. 05)



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2005 145 194 Urb. Elba Lina  
 Pte. Indus N° 132 152 Chica, Huancayo  
 Telef. 96404668 / 96550334  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE REGISTRO
16-06-20	20-07-22	M-01	SG. N° 73002

**SOLICITANTE**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

**ENSAYOS REALIZADOS:**

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA UTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN GUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

**Localidad:** Por el Cliente      **Profundidad:** 1.50 m  
**Método de Muestreo:** Excavación Manual      **Número de Colas:** No presenta  
**Identificación de muestra:** Adición del 14% de NaOH      **Altitud (Cota):** 3 377.00 m a.s.n.m.  
**Coordenadas UTM:** E 485071 N 6903015

Este informe es válido solo cuando se han realizado los ensayos y los resultados o ensayos y los datos reportados en el presente informe de acuerdo a las normas mencionadas.

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
5"	75.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
3/4"	19.00 mm	3.00 g	0.0%	100.0%
3/8"	9.50 mm	172.00 g	7.4%	92.6%
N° 4	4.75 mm	337.00 g	21.7%	78.3%
N° 10	2.00 mm	274.00 g	33.5%	66.5%
N° 20	0.85 mm	115.00 g	39.5%	60.5%
N° 40	0.43 mm	62.00 g	61.2%	38.8%
N° 60	0.25 mm	35.00 g	62.7%	37.3%
N° 100	0.15 mm	28.00 g	63.9%	36.1%
N° 200	0.08 mm	17.00 g	64.6%	35.4%
PASA		1284.00 g	100.0%	0.0%
		<b>2319.00 g</b>	<b>100.0%</b>	<b>100%</b>

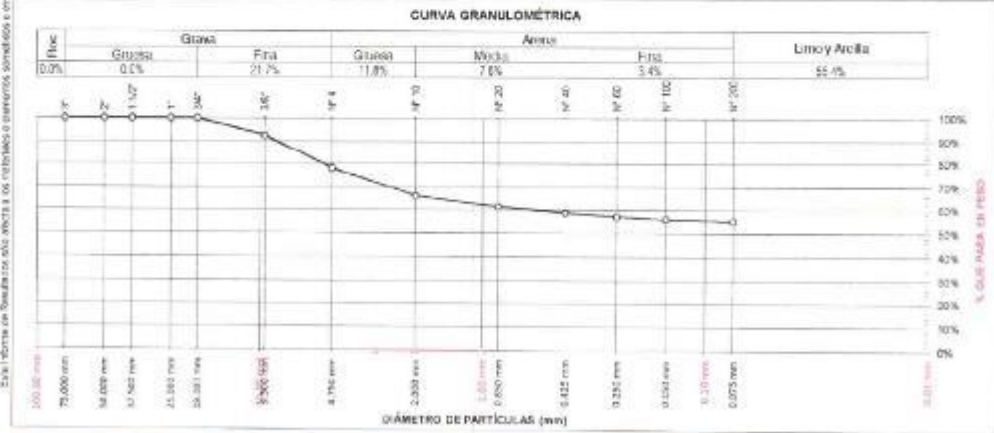
Variables	Mtd		Muestra
	Var	Unidad	
Recipiente W	---		W 39
(A) Peso de Contenedor Vacío	M <sub>c</sub>	(g)	1.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húm</sub>	(g)	1.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sec</sub>	(g)	1.00
(D) Peso de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	(g)	1.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	1.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	---

Regulador mínimo de espesor de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total. - Tamiz: tamiz particular % que pasa. Masa mínima recomendada - espesor min -

SICTO (NTP 339.136)	AIT	AASHTO (NTP 339.135)	A-4 (2)
<i>Limo arenoso con grava</i>			

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	21.70%
Arenas	[ 3" > φ > N° 4 ]	22.90%
Finos	[ φ > N° 200 ]	55.40%

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



Todos los valores observados y calculados se ajustaron a las directrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D692.

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tac. Rey S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. G.



RUC: 20601685524  
 [Pag. 0 ]



Av. José Pardo 1201, P.O. Box 100, Lima 1001  
 P.O. Box 122, 151 Chiriquí, Huancayo  
 Telf: 954046888 / 955020594  
 Correo: silvergeotec@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Aplicón del 14% de la CNI (M-01)

Profundidad: 1.50 m  
 Nepe realizada: S/P

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	16-07-22	M-01	SG N°TR/2022

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

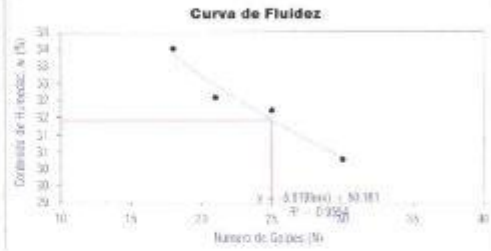
ENSAYOS REALIZADOS:

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (NTP 339.134) / AASHTO (NTP 339.130)

Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	No		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	18	21	25	30
Recipiente M	---	---	77.18	81.25	81.83	81.40
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	22.14	22.34	22.94	23.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	49.85	47.98	47.98	47.35
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	40.65	41.30	41.96	41.85
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	18.51	19.25	19.02	18.81
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	8.20	8.18	8.03	5.54
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	44.30	42.09	41.70	29.39



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	No		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recipiente M	---	---	77.12	81.63	81.14	81.72
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	(g)	21.15	21.55	21.55	21.35
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>2</sub>	(g)	33.62	34.53	34.15	34.59
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>3</sub>	(g)	31.21	31.98	31.50	31.85
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>4</sub>	(g)	10.06	10.33	10.01	10.50
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>5</sub>	(g)	2.61	2.65	2.59	2.71
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	25.94	25.55	25.87	25.83

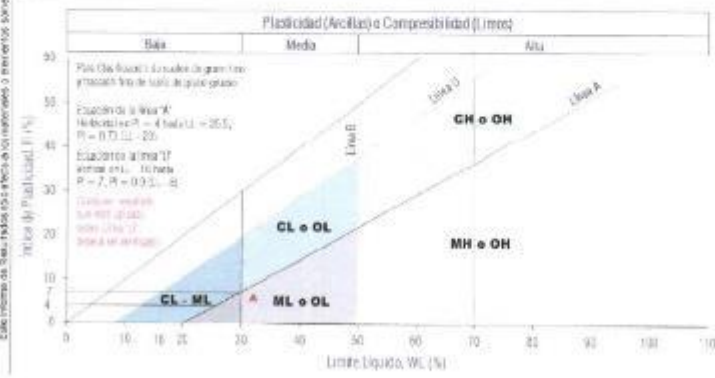
Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 31.0%	Plastic Limit (PL <sub>w</sub> )	: 25.8%	Plasticity Index (PI)	: 5.1%
---------------------------------	---------	----------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : ML AASHTO (ASTM D3287-15) : A-4 (2)  
 Límite arenoso con grava

Este informe es una herramienta de apoyo y no debe considerarse como un procedimiento de ensayo.



Carta de Plasticidad elaborada según Figuras 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Siega M. Das 9th Edición ORIGINAL/PMB

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



RUC: 2060185524  
 (Pag. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2016/CDI





Av. Jorge Fernández Castro N° 2899-01, 104 edif. 116A  
 Hija: 0444000 / 05559584  
 Cel: 9844000 / 05559584  
 Correo: info@silvergeotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	16-07-22	M-01	80 - N°759/2022

**SOLICITANTE:**  
 Ruc: CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

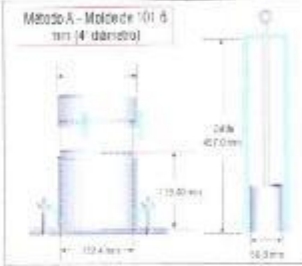
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 14% de FCH - M-01  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Símbolo del Suelo: SL  
 Clasificación del Suelo: Limo arenoso con arena  
 Altud (Cota): 2,277.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 493077 N: 8665015  
 Cs: 3.80

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

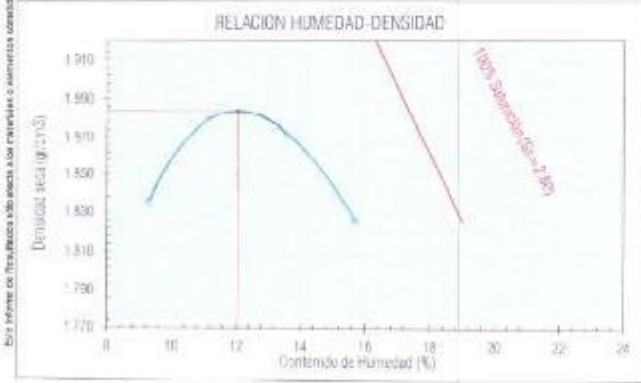
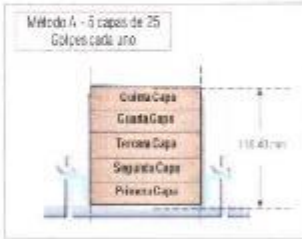
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Número de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Número de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>100</sub>	(g)	6013.30	8090.00	8123.00	8112.00
(B) Peso del Molde	M <sub>200</sub>	(g)	1140.30	1142.00	1142.00	1142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4873.00	6948.00	6981.00	6970.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	812.34	812.34	812.34	812.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	5.999	8.553	8.594	8.581



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Nro					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 12	N° 14	N° 09
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>1</sub>	(g)	40.88	51.10	51.21	50.82
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>201</sub>	(g)	301.29	321.80	311.37	325.09
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>202</sub>	(g)	279.93	294.23	291.28	296.01
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>10</sub>	(g)	239.05	243.13	239.07	245.19
(E) Masa of Water (B-C)	M <sub>11</sub>	(g)	21.24	27.57	21.11	28.90
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	8.88	11.37	8.83	11.77
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.636	1.665	1.671	1.629



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm³) = 1.88  
 Optimo Contenido de Humedad (%) = 12.06  
 Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kN/m³)

**OBSERVACIONES:**  
 Realizado: Tec. Roy S. E.  
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. DAVILA GARCIA  
 C.T.P. N.º 24.203  
 RUC: 20501981524  
 [Pag. 03]



In Ange Removido Calle N° 28899 - 104 av. Dos  
 P.O. Box N° 123-152 (Lima, Huancayo)  
 Telf: (044) 466881 / 55372584  
 Correo: cívico@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Carretero Profundidad: 1,50 m  
 Identificación muestra: Adición del 14% de H<sub>2</sub>O (M<sub>2</sub>) Símbolo del Suelo: M  
 Clasificación del Suelo: Lima arenosa con grava

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18.06.22	25-07-22	M-01	RG-INTRO-002

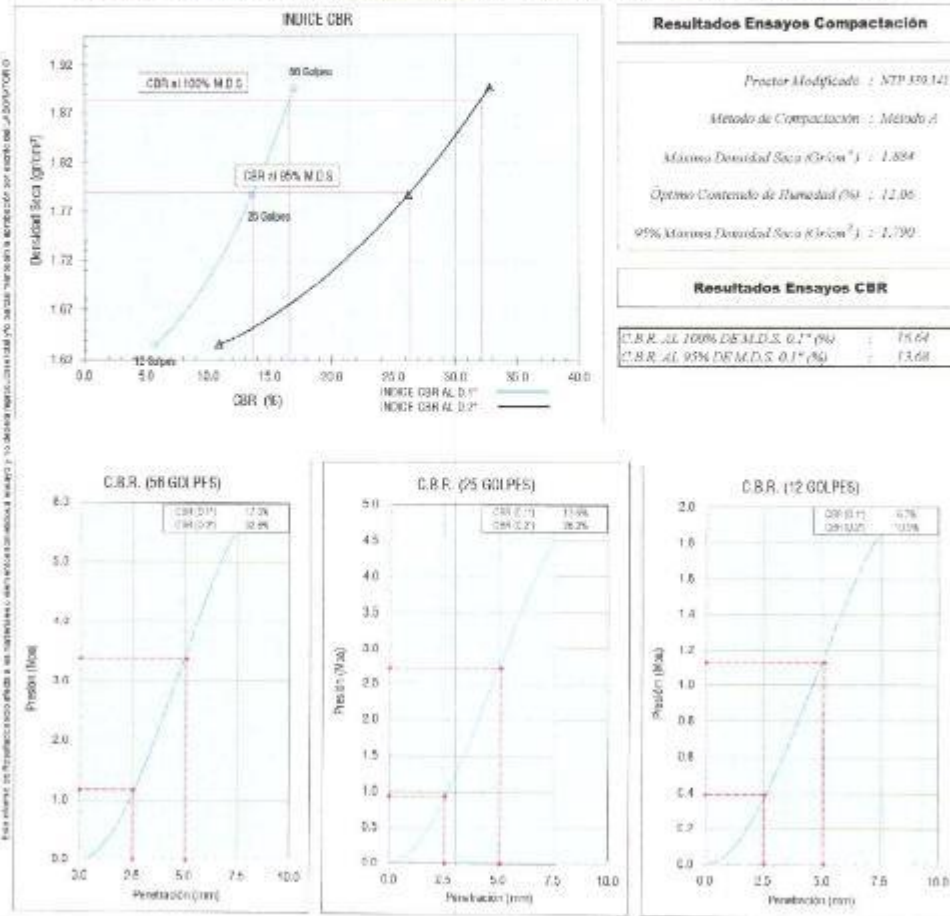
TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145



OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Ray S.F.  
 Revisado: Ing. Johnny E. O.



Ing. Darío Johnny DOMÍNGO OLIVERA  
 C.I.D. N° 1011103

R/C: 20601563504  
 (Pág. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004688-2014/DSD



Calle Ferrocarril Chicla N° 2600 m. 104 Urb. Dos Umas  
 Pje. Huayco N° 122-153 Chicla, Huancayo  
 Telf: 84046444 / 85507054  
 Correo: silvergeotec@pernet.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
15-05-22	02-08-22	M-01	SC N75/000

**SOLICITANTE**

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS**

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**

Localidad	Por el Cliente	Profundidad	1.50 m	Altud (Cota)	3372.00 M.S.N.M.
Método de Muestreo	Exposición Manual	Estado Visual	No presente	Coordenadas UTM	E 460077 N 9660010
Identificación de muestra	Adición del 14% de NaOH - M-01				

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH = 14.0

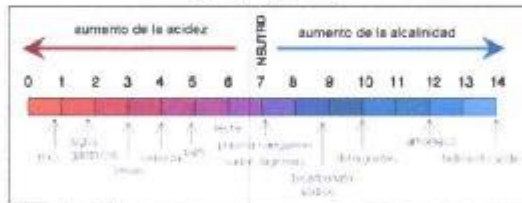


Imagen Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 14.5 mg/kg

Método empleado: "A"  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 31 mg/kg

Método empleado: "A" Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg).

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



RHC 2002156524  
 [Pag. 05]





Av. Angel Fernández Quiroz N° 2809 H. Val de Uco, Lima  
 Pje. Koller N° 123, 152 Chilo, Huancayo  
 Telf: 99404888 / 95550554  
 Correo: [ventas@silvergeotec.com](mailto:ventas@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	OBJ. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-22	25-07-22	M-02	SG- N° 092022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

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

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Por el Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Adición del 14% de NaOH  
 Profundidad: 1.80 m  
 Napa local: No presenta  
 Altitud (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483277 N 8960703

**TEMA:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGUN NORMA NTP 339.134  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.134  
 CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 339.134) / AASHO (NTP 339.133)

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

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%
5/8"	15.00 mm	222.00 g	0.0%	91.0%
N° 4	4.75 mm	341.00 g	22.7%	77.3%
N° 10	2.00 mm	225.00 g	31.8%	68.2%
N° 20	0.85 mm	145.00 g	37.6%	62.4%
N° 40	0.425 mm	110.00 g	42.1%	57.9%
N° 60	0.25 mm	85.00 g	45.5%	54.5%
N° 100	0.15 mm	67.00 g	48.5%	51.5%
N° 200	0.075 mm	10.00 g	46.4%	53.6%
PASA		1200.00 g	100.0%	0.0%
		2400.00 g	100.0%	100%

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	No		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente W			N° 88
(A) Peso de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>h</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>s</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (G-4)	M <sub>s</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (G-5)	M <sub>w</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100% L/D)	w	(%)	--

Residuals mínimos de espesores de material húmedo o sólido como representativo de la muestra total

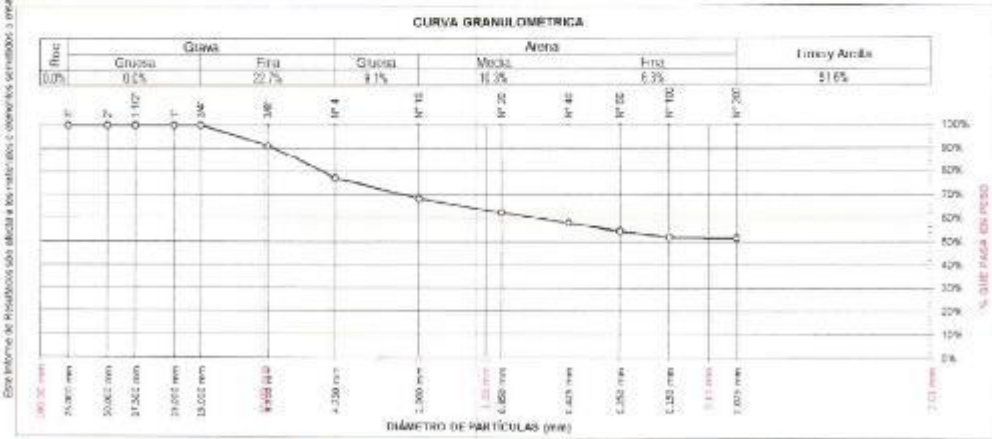
- Tamaño máximo partícula % que pasa  
 Más mínimo humedad - espesor =

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[N° 4 - φ - 3"]	22.70%
Fina	[N° 200 - φ - N° 4]	25.70%
Finas	[φ - N° 200]	51.60%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCS (NTP 339.134) : **ML**, AASHO (NTP 339.133) : **A-4 (U)**  
 Límite superior con grava

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**  
 $D_{15} =$   $D_{30} =$   $D_{60} =$   
 $C_u = (D_{60}/D_{10})$   
 $P_{25} =$   $P_{75} =$



Todos los valores observados y calculados se ajustan a la dirección para dígitos significativos y redondeo estadístico en la Práctica ASTM D2002.

**OBSERVACIONES:**

Resultado: Tas. Rey S A  
 Revisado: Ing. Andy R O

SILVER GEOTEC S.A.C.  
 Laboratorio Geotecnia  
 Laboratorio de Suelos y Rocas

Ing. Ciro Javier R. RUFFINO OLIVERA  
 C.T.P. N° 105402

RUC: 2060168524  
 [Pag. 01]



Av. Aviación Sur N° 2009 Km. 10.5 s/d. Tío Lino  
P.O. Box N° 101 102 Chila, Huancayo  
Tel: 0444664 / 9552504  
Cel: 987654321

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Foro al Cliente Profundidad : 1.50 m  
Método de Muestreo : Excavación Manual Mapa Topográfica : N.F.  
Identificación de muestra : Adición del 14% de NaOH - M-02 Altitud (Cota) : 3.377.00 m s.n.m.  
Coordenadas JTM : E: 483077.9; S: 600015

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	16-07-22	M-02	SG-N/73/2022

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

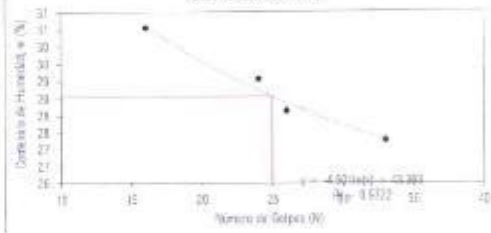
LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA NTP 339.129  
CLASIFICACIÓN SUCS (NTP 338.134) : AASHTO (NTP 338.133)

Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Unid.	No. Golpes			
		01	02	03	04
Resistente N°	---	10	24	38	50
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	5.10	4.25	4.02	4.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	27.14	22.34	22.94	23.04
(C) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>25</sub>	45.29	45.38	46.30	45.86
(D) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	16.50	16.62	16.23	16.05
(E) Masa de Suelo Seco (G-4)	M <sub>s</sub>	17.71	15.48	16.21	16.01
(F) Masa de Water (B-C)	M <sub>w</sub>	3.41	3.37	3.16	4.91
(G) Contenido de Humedad (100° S/O)	w (%)	20.55	23.06	20.13	27.26

Curva de Fluides



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Unid.	No. Golpes			
		01	02	03	04
Resistente N°	---	10	24	38	50
(A) Masa de Contenedor Vacío	M <sub>1</sub>	5.10	4.25	4.02	4.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>20</sub>	27.14	22.34	22.94	23.04
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>100</sub>	16.50	16.62	16.23	16.05
(D) Masa de Suelo Seco (G-4)	M <sub>s</sub>	17.71	15.48	16.21	16.01
(E) Masa de Water (B-C)	M <sub>w</sub>	3.41	3.37	3.16	4.91
(F) Contenido de Humedad (130° F/D)	w (%)	25.11	25.35	25.04	26.22

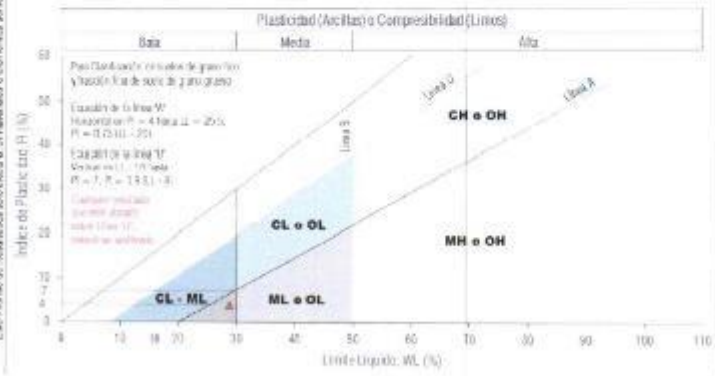
Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Liquid Limit (LL <sub>60</sub> )	: 28.7%	Plastic Limit (PL <sub>25</sub> )	: 24.9%	Plasticity Index (PI)	: 3.8%
----------------------------------	---------	-----------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : ML AASHTO (ASTM D2282-15) : A-4 (L)  
Limo arenoso con grava

Este informe de resultados solo sirve como información y no constituye un aval ni una garantía de calidad. El usuario debe verificar la información por medio de sus propios medios.



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

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

SILVER GEOTEC S.A.C.  
Ingeniería Geotécnica  
Laboratorio de Suelos, Obras y Pavimentos  
Ing. Civil Johnny R. SANTIBÁÑEZ OLIVERA  
C.I.M. N° 21012

BUC 2060166524  
[Pag. 02]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Procedimientos Industriales del INDECOPI con Resolución N° 004688-2018/OBC.



Av. Argel Fernández Quiroz N° 2089 Int. 204 Urb. El Sol  
 P.O. Box N° 127 15° 13' S. Lima, Perú  
 Telf: 061 666677 / 91510054  
 Correo: silvergeotec@silverageotec.com

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA REC'D ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
18-05-22	19-07-22	M-02	BG-N782022

**SOLICITANTE:**  
 Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**TESIS:**  
 "EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

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

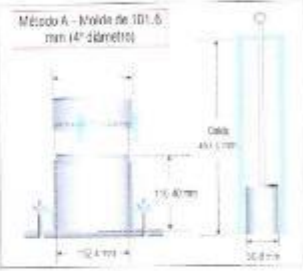
**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 PROCTOR MODIFICADO SEGUN NORMA NTP 339.141  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGUN NORMA NTP 339.127

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Material: For el Cliente  
 Identificación muestra: Adición del 14% de NaOH - M-02  
 Procedimiento Utilizado: Método A  
 Profundidad: 1.50 m  
 Estado del Suelo: WL  
 Clasificación del Suelo: Limo arenoso con GPMS  
 Altitud (Cm): 3,377.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 403277 N: 6963015  
 Cx: 2.80

**Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141**

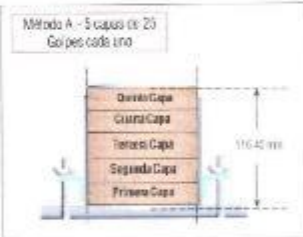
**Compactación según ASTM D1557-12e1**

Variable	Nros					
	Var	Unidad	N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	36.00	36.00	36.30	36.00
(A) Masa del Suelo Húmedo & Molde	M <sub>húmedo</sub>	(g)	6613.00	6980.00	6175.00	6112.00
(B) Peso del Molde	M <sub>mold</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Demoldado	(A - B)	(g)	2471.00	2838.00	2033.00	1970.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	632.34	632.34	632.34	632.34
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	g/cm <sup>3</sup>	3.907	4.486	3.215	3.116



**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variable	Nros					
	Var	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 03	N° 21	N° 14	N° 12
(A) Masa de Contenedor Vaso	M <sub>c</sub>	(g)	53.65	47.90	55.31	53.80
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>húmedo</sub>	(g)	313.56	333.71	322.68	347.36
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>seco</sub>	(g)	291.14	305.24	281.20	300.23
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M <sub>s</sub>	(g)	237.49	257.34	225.89	246.43
(E) Masa of Water (B-D)	M <sub>w</sub>	(g)	20.42	28.46	32.48	34.11
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	8.64	11.20	14.56	13.84
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.824	1.976	1.676	1.630



**Resultados Ensayos de Compactación**

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.824  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.29  
 Punto Óptimo Seco Máximo Modificado (g/cm<sup>3</sup>) : 1.731

**CONSERVACIONES:**  
 Revisado: /cc. Roy S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R.O.

**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 Ingeniería Geotécnica  
 Laboratorio de Suelos y Rocas  
 RUC: 2060766624  
 Ing. Civil Johnny R. RAMÍREZ OLIVERA  
 C.I. N° 264350 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 304588-2016/DSD





Av. Arce / Fernández Ochoa N° 2893 34, 101 y/o 134  
 11666  
 P.O. Box N° 122 131 Chilca, Ica  
 Telf: (844) 9681752 922284  
 Correo: silvergeotec@gmail.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modelidad: *Pro al Cliente*  
 Identificación muestra: *Adición del 1% de NaOH - M.C.2*

Prioridad: *1.50 m*  
 Símbolo del Suelo: *M<sub>1</sub>*  
 Clasificación del Suelo: *Limo arenoso con grava*

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-05-22	25-07-22	M-02	88 N° 060502

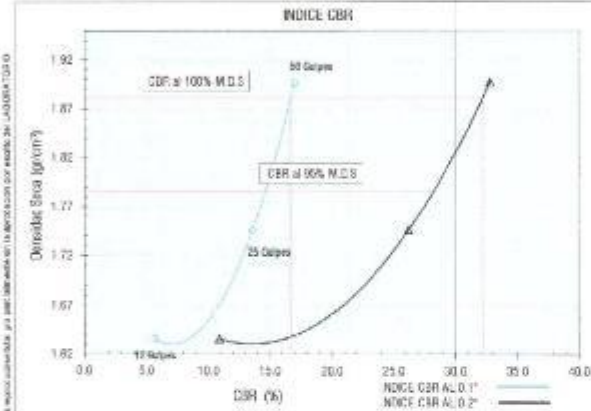
TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGUN NORMA NTP 339.145

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145

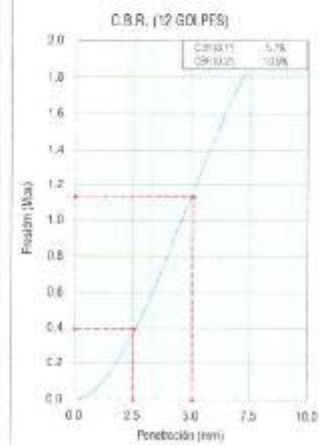
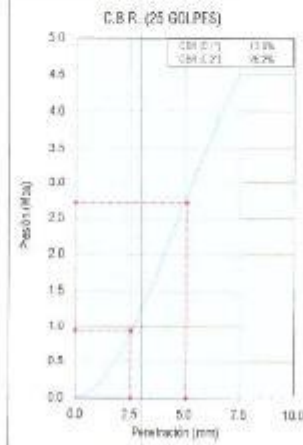
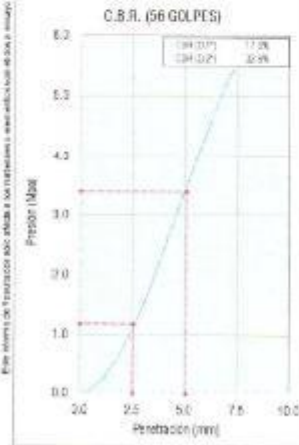


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : NTP 339.147  
 Método de Compactación : Método A  
 Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.881  
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 17.29  
 95% Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.787

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.C.S. 0.1" (%)	16.76
C.B.R. AL 95% DE M.C.S. 0.1" (%)	14.67



OBSERVACIONES:

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



RUC: 20601565504  
 (Pag. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004686-2018/DSD.

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-06-22	02-08-22	M-02	SG-179/0122

SOLICITANTE:  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

TEMA:  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

ENSAYOS REALIZADOS:  
 - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177  
 - MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:  
 Modalidad: Foral Cliente  
 Método de Muestreo: Excavación Manual  
 Identificación de muestra: Análisis del 14% de MSCH - M-02  
 Profundidad: 1.00 m  
 Tipo de suelo: No prevista  
 Altitud (LTM): 3.277.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 983077 N 806690 S

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : **14.0**

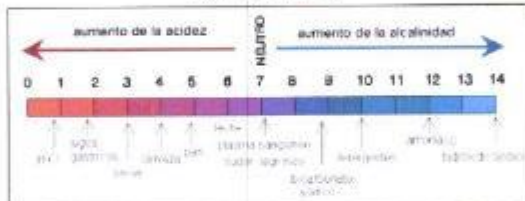


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : **14.5 mg/kg**

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

SS : **30 mg/kg**

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

OBSERVACIONES: Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg)

Realizado: Ing. Wily S.R.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.


**SILVER GEOTEC S.A.C.**  
 CRÓNICA GEOTEC  
 Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos  
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA  
 C.I.P. 10000000000

RUC: 20031665024  
 [Pag. 05]



J. Ángel Hernández Quiza Nº 2899 km. 104 vía. Edo. Lima  
 P.O. Box Nº 123 152 CHILCA, Huancayo  
 Telef: 98484668 / 950003394  
 Correo: [geotec@silvergeotec.com](mailto:geotec@silvergeotec.com)

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-05-22	20-07-22	M-03	RD N°78/2022

**SOLICITANTE:**  
**Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA**

**TESTES:**  
**"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"**

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

**ENSAYOS REALIZADOS:**  
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA NTP 339.128  
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127  
 CLASIFICACIÓN: SUCE (NTP 339.134) / AASHO (NTP 339.135)

**TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:**  
 Modalidad: Espal Cónico  
 Método de Muestreo: Pasado en Malla  
 Identificación de muestra: Acumulada del 14% de H<sub>2</sub>O  
 Profundidad: 1.50 m  
 Naturaleza: No presenta  
 Altitud (Cotm): 5,877.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E: 482277 N: 9500715

**Análisis Granulométrico NTP 339.128**

Tamizos ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Cua 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	62.00 g	2.9%	97.5%
N° 4	4.75 mm	334.00 g	16.2%	83.8%
N° 10	2.00 mm	274.00 g	27.4%	72.6%
N° 20	0.85 mm	135.00 g	88.0%	67.0%
N° 40	0.43 mm	110.00 g	37.5%	62.5%
N° 60	0.25 mm	81.00 g	40.8%	59.2%
N° 100	0.15 mm	53.00 g	43.0%	57.0%
N° 200	0.08 mm	12.00 g	43.4%	56.6%
PVSA		1381.00 g	100.0%	0.0%
		<b>2442.00 g</b>	<b>100.0%</b>	<b>100%</b>

**Contenido de Humedad según NTP 339.127**

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Temperatura	---	---	0.00
(A) Peso de Contenedor Vaso	M <sub>1</sub>	(g)	0.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>100</sub>	(g)	0.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>102</sub>	(g)	0.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M <sub>2</sub>	(g)	0.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M <sub>3</sub>	(g)	0.00
(F) Contenido de Humedad (100% W/W)	w	(%)	---

Requisito: mínimo de espesor de material húmedo antes de comenzar la separación de la muestra (30g) - Tamaño máximo partícula % que pasa: Vase mínima 100% humedad + espesor =

**Resultados de la Granulometría**

Grava	[ N° 4 < φ < 3" ]	16.20%
Armo	[ N° 200 < φ < N° 4 ]	25.20%
Finos	[ φ < N° 200 ]	58.60%

**Clasificación de Suelos**  
 SUCE (NTP 339.134) - **AI** / AASHO (NTP 339.135) - **A-4 (2)**  
**Limo arenoso con grava**

**Coefficientes / Finos ≤ 12% (NTP 339.134)**

$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$D_{30}$	$D_{50}$
$C_c = (D_{30}^2 + D_{60}) / D_{10}^2$			



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 R.R.  
 Revisado: Ing. Jotay R.C.



RUC: 20601685524  
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Procedimientos Industriales del INDECOPI con Resolución N° 004500-2018/COG



SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Localidad: Por el Cliente Profundidad: 1.00 m  
 Método de Muestreo: Excavación Manual Tipo Realiza: N.P.  
 Identificación de muestra: Adición del 14% de agua M-03  
 Altitud (Cota): 3.377 00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM : E: 463677 N: 8893015

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-05-23	19-07-22	M-03	501 N° 79/2022

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

LÍMITES DE ATTERBERG SEGUN NORMA NTP 339.129  
 CLASIFICACIÓN: SUCS (NTP 339.134) / AASHO (NTP 339.189)

Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Hito		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	13	20	28	34
Resipiente N°	---	---	N° 10	N° 52	N° 04	N° 11
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	23.54	22.24	22.34	23.04
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	46.29	47.30	47.42	46.06
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	40.00	41.00	41.38	41.05
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	(g)	16.68	18.76	18.14	16.81
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	(g)	6.29	6.30	6.04	5.01
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	37.76	33.58	33.30	29.81



Límite Plástico (Método Manual)

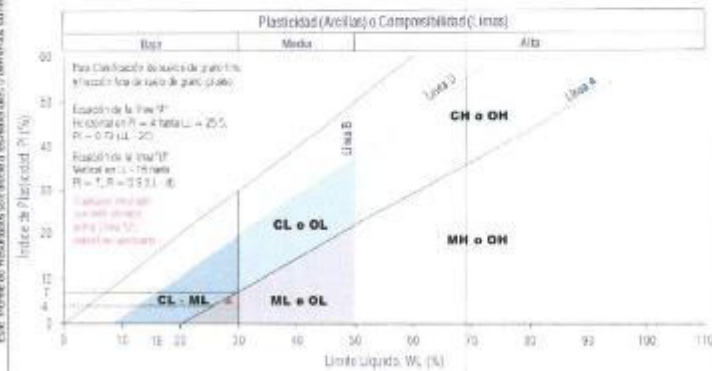
Variable	Hito		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Resipiente N°	---	---	N° 03	N° 04	N° 03	N° 23
(A) Masa de Contenedor Vacio	M <sub>c</sub>	(g)	21.73	22.28	22.35	21.66
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M <sub>cu</sub>	(g)	33.23	33.15	36.24	34.25
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>cs</sub>	(g)	32.03	32.74	33.85	32.01
(D) Masa de Suelo Seco (G-A)	M <sub>s</sub>	(g)	10.93	10.46	11.50	10.03
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>a</sub>	(g)	1.20	2.41	2.39	2.24
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.94	22.97	20.82	22.29

Resultados Límites de Atterberg (NTP 339.129)

Liquid Limit (LL <sub>w</sub> )	: 28.2%	Plastic Limit (PL <sub>w<sub>p</sub></sub> )	: 12.9%	Plasticity Index (PI)	: 15.3%
---------------------------------	---------	--	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: ML	AASHO (ASTM D5328-75)	: A-4 (2)
Limo arcilloso con grava			



Carta de Plasticidad elaborada según Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 Principles of Geotechnical Engineering - 8th Ed. by Terzaghi & Peck

Revisado: Tec. Roy S.B.  
 Revisado: Ing. Joshy R.D.



RUC: 2050168550  
 [Pag. 04]

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





Av. Angel Fernández Quiroz N° 1074 Int. 104 Urb. Dos  
Limas  
Por: Av. Los Ríos N° 522 Chloa, Huancayo  
Telf: 960466557/33242544  
Correo: info@silvergeotec.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

FORMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Por el Cliente  
Identificación muestra: Adición con 1.1% de NaOH - M-03  
Procedimiento Utilizado: Método A

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
16-06-22	19-07-22	M-03	SG N°790022

TESIS:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA NTP 339.141  
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA NTP 339.127

Profundidad: 1.00 m  
Sintaxis del Suelo: VL  
Clasificación del Suelo: Limo arenoso con arena

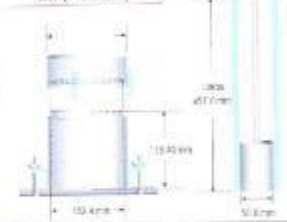
Altitud (Cota): 3,377.00 m s.n.m.  
Coordenadas UTM: E: 487107 N: 8060015  
Cota: 3.80

Compactación de suelo - Proctor Modificado según NTP 339.141

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	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo Humedo & Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	6008.00	5382.00	6113.00	6112.00
(B) Masa del Molde	M <sub>mo</sub>	(g)	4142.00	4142.00	4142.00	4142.00
(C) Peso de Suelo Humedo Compactado	(A - B)	(g)	1866.00	1240.00	1971.00	1970.00
(D) Volumen del Molde	V	cm <sup>3</sup>	952.34	952.34	952.34	952.34
(E) Densidad Humeda	(C/D)	g/cm <sup>3</sup>	1.960	1.301	2.070	2.110

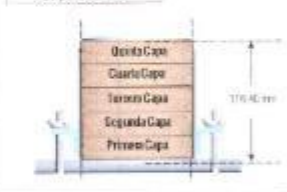
Método A - Molde de 101.6 mm (4" x 4" x 10")



Contenido de Humedad según NTP 339.127

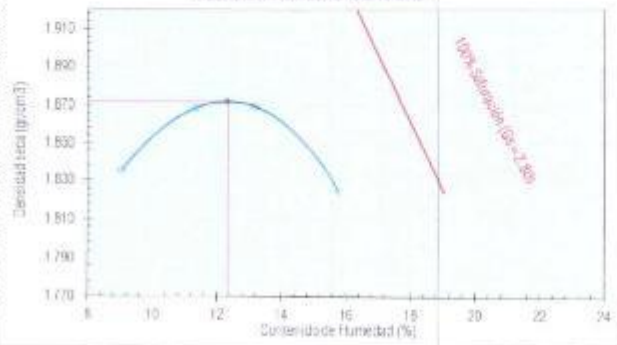
Variable	Unidad		01	02	03	04
	Var	Unidad				
Recuento N°	---	---	01-25	01-03	N° 01	N° 04
(A) Masa de Contenedor Vaco	M <sub>ca</sub>	(g)	53.65	54.00	55.01	55.50
(B) Masa de Contenedor & Suelo Humedo	M <sub>mo</sub>	(g)	323.56	345.71	323.05	357.34
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M <sub>sc</sub>	(g)	311.14	314.28	301.30	316.25
(D) Masa de Suelo Seco (D-A)	M <sub>s</sub>	(g)	247.49	259.28	246.29	260.75
(E) Masa de Agua (B-C)	M <sub>w</sub>	(g)	22.42	22.48	32.48	41.11
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	9.08	8.75	13.18	15.38
(G) Densidad Seca		g/cm <sup>3</sup>	1.833	1.669	1.870	1.823

Método A - 5 capas de 25 Golpes cada una



Este informe de resultados solo aplica a los materiales y elementos sometidos a ensayo y no a otros materiales o elementos sometidos a ensayo en otro laboratorio.

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.870  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.5  
Peso Unitario Seco Máximo Modificado (kN/m<sup>3</sup>) : 117.5

OBSERVACIONES:

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



Ing. Orellana J. RAFAEL GUINTEA  
C.I.P. N° 20170

RUC: 20051605524  
(Pág. 03)

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



Av. Angel Francisco Orosco N° 2000 Int. Tercera Etapa  
 Lima  
 Tel: 0051 1 471 1511 (Lima), Huancayo  
 Telf: 0051 071 1550050  
 Correo: silver@silvergru.com.pe

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO**

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-22	25-07-22	M-03	SG-NTW0022

TEMA:

**\*EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO\***

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

ENSAYOS REALIZADOS:

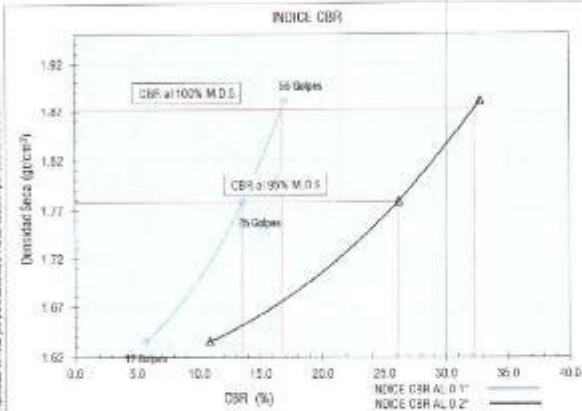
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO SEGÚN NORMA NTP 339.145

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modicidad: Fin al Cliente  
 Identificación muestra: Adquisición N°03 de 24/02/21 M-03  
 Profundidad: 1.50 m  
 Servicio del Suelo: M.  
 Clasificación del Suelo: Limo arenoso con grava  
 Altitud (Cota): 3.877.00 m s.n.m.  
 Coordenadas UTM: E 483077 N 8990319

**Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según NTP 339.145**

Este informe de resultados solo aplica a los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio.

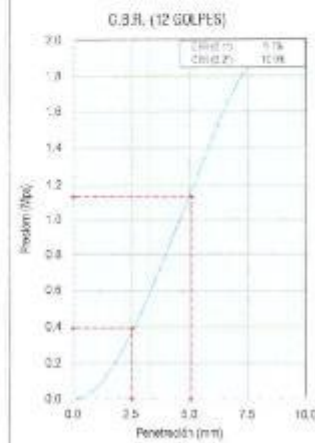
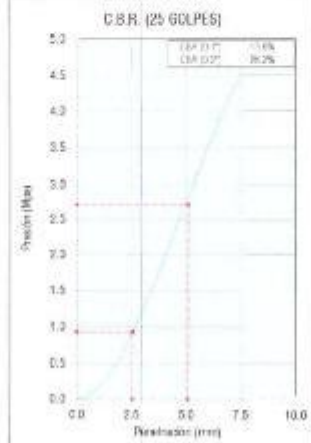
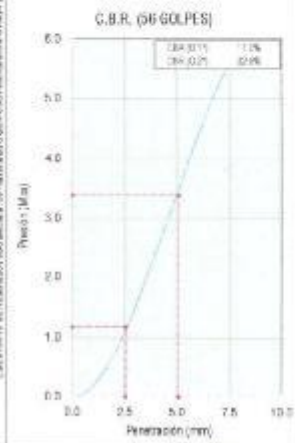


**Resultados Ensayos Compactación**

Proctor Modificado: NTP 339.145  
 Método de Compactación: Método A  
 Máxima Densidad Seca (g/cm³): 1.873  
 Óptima Contenido de Humedad (%): 12.35  
 95% Máxima Densidad Seca (g/cm³): 1.779

**Resultados Ensayos CBR**

CBR AL 100% DE M.D.S. 0.1" (%): 10.76  
 CBR AL 95% DE M.D.S. 0.1" (%): 13.57



OBSERVACIONES:

Revisado: Tsc. Rey S.P.  
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20501685524  
 [Pág. 04]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004669-2018/D80



Urb. Fernando de Alencar N° 2829 Int. 104 Urb. Elba Lanza  
 Pte. Nariño N° 122 - 152 Chila - Huancayo  
 Telf: 043456481 / 043456484  
 Correo: silvergeotec@hotmail.com

SOLICITANTE:

Bach. CLEMENTE VILCA, CYNTHIA

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

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

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Para el Cliente  
 Método de Muestreo: Extracción Manual  
 Identificación de muestra: Aproximadamente del 14% de NACH - M-43

Profundidad: 1.50 m  
 Tipo de suelo: No presenta

Área (Cm²): 3,377.00 m² m/m  
 Coordenadas UTM: 18 448,077 7680000.9

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
16-05-22	02-08-22	M-03	SG-N787022

TEMA:

"EFECTOS DEL HIDRÓXIDO SÓDICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBRASANTES DE VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

ENSAYOS REALIZADOS:

- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178

Este informe de Resultados de ensayos se elabora a los efectos de informar los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de ensayos de suelos y aguas subterráneas de SILVER GEOTEC S.A.C.

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.176**

pH : 14.0

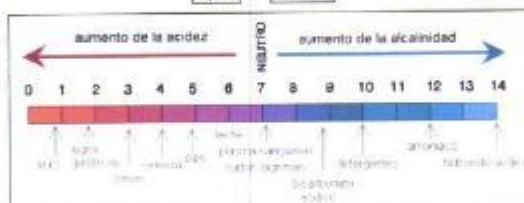


Imagen: Escala pH

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.177**

SS : 15.0 mg/kg

Método empleado: 'A'  
 SS: Total de cloruros solubles en mg/kg (ppm)

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN NTP 339.178**

SS : 32 mg/kg

Método empleado: 'A' Gravimétrico  
 SS: Total de sulfatos solubles en mg/kg (ppm)

**OBSERVACIONES:** Los resultados de Cloruros y Sulfatos están expresados en las unidades establecidas para suelos en las normas correspondientes de cada ensayo (mg/kg).

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



RUC: 20501683524  
 (Pag. 03)

**Anexo N° 03: Certificados de calibración**

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## TEST & CONTROL S.A.C.

**Laboratorio de Calibración**  
En su sede ubicada en: Calle Condessa de Lemos N° 117 Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05p-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019  
Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CORTÉZ JAGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° 236-2016-INACAL/DIA  
Contrato N° Manda al Centro de Acreditación T036-16/INACAL-04  
Registro N° 1-1-078

Fecha de emisión: 05 de junio de 2023

El presente certificado tiene validez con el correspondiente Alcance de Acreditación y dentro del alcance de calibración de los instrumentos de medida de fuerza y torque, momento de torsión, momento de flexión y momento de tracción. El alcance y vigencia del certificado en el plano del alcance de calibración correspondiente a la norma de referencia DA-acr-05p-21F forma parte integral del presente certificado.  
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el Organismo de Acreditación de Chile (ONACH) y el Organismo de Acreditación de Colombia (CONACOL) en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el Organismo de Acreditación de Chile (ONACH) y el Organismo de Acreditación de Colombia (CONACOL).



## Certificado de Calibración

TC - 09248 - 2022

Protorma : 11317A Fecha de emisión : 2022-06-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.  
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chica

Instrumento de medición : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8336130194  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 10 g  
División de Verificación : 10 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 200 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2022-06-07

Lugar de calibración  
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

### Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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

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

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

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

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



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
DPP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 09248 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-00555-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-06242-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-06243-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-06244-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06808-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Occlusión Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Trabe	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	57 %	58 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	7	-2
2		15 000	5	0
3		15 000	5	0
4		15 000	6	-1
5		15 000	6	-1
6		15 000	5	0
7		15 000	7	-2
8		15 000	7	-2
9		15 000	6	-1
10		15 000	5	0
Emax - Emin   (g)		2		
e.m.p. ± (g)		20		

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	30000	30 000	8	-3
2		30 000	8	-3
3		30 000	8	-3
4		30 000	7	-2
5		30 000	7	-2
6		30 000	8	-3
7		30 000	8	-3
8		30 000	7	-2
9		30 000	8	-3
10		30 000	8	-3
Emax - Emin   (g)		1		
e.m.p. ± (g)		30		





Certificado de Calibración  
TC - 09248 - 2022

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec				e.m.p. ± (g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	100	100	6	-1	10000	10 000	7	-2	-1	20
2		100	4	1		10 000	5	0	-1	
3		100	7	-2		10 000	6	-1	1	
4		100	7	-2		10 000	6	-1	1	
5		100	5	0		10 000	5	0	0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	56 %	57 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100	100	6	-1						
200	200	7	-2	-1	200	6	-1	0	10
1 000	1 000	8	-1	0	1 000	7	2	-1	10
5 000	5 000	6	-1	0	5 000	6	-1	0	10
7 000	7 000	4	1	2	7 000	5	0	1	20
10 000	10 000	5	0	1	10 000	6	-1	0	20
15 000	15 000	7	-2	-1	15 000	7	-2	-1	20
17 000	17 000	6	-1	0	17 000	7	-2	-1	20
20 000	20 000	7	-2	-1	20 000	6	-1	0	20
25 000	25 000	7	-2	-1	25 000	7	-2	-1	30
30 000	30 000	6	-4	-3	30 000	7	-3	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido  
ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,00 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,83 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 3,95 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 960 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

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

Fin del documento



## Certificado de Calibración

TC - 09249 - 2022

Preforma : 11317A Fecha de emisión : 2022-06-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.  
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chica

Instrumento de medición : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : CHAUS  
Modelo : PR2202/E  
N° de Serie : B035184778  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 0,5 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de AT Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2022-06-07

Lugar de calibración  
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

### Método de calibración

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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

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

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

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

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



Lic. Nicolás Ramos Pizarro  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 09249 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

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

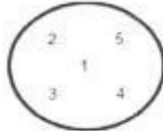
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	52 %	50 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 000,000	1 000,00	5	0	1	2 000,000	2 000,00	6	-1
2		1 000,01	7	8	2		2 000,01	8	7
3		1 000,01	7	8	3		2 000,00	4	1
4		1 000,00	5	0	4		2 000,01	8	7
5		1 000,00	6	-1	5		2 000,01	7	8
6		1 000,00	4	1	6		2 000,00	5	0
7		1 000,01	8	7	7		2 000,00	4	1
8		1 000,00	4	1	8		2 000,01	8	7
9		1 000,00	5	0	9		2 000,01	7	8
10		1 000,01	7	8	10		2 000,00	4	1
Emáx - Emin   (mg)				9	Emáx - Emin   (mg)				9
error máximo permitido (tmg)				200	error máximo permitido (tmg)				200



Certificado de Calibración  
TC - 09248 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,9 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	50 %	50 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,100	0,10	7	-2	700,000	700,01	7	9	10	200
2		0,10	8	-1		700,02	7	18	19	
3		0,10	3	2		700,00	5	0	-2	
4		0,10	6	-1		699,99	3	-8	-7	
5		0,10	6	-3		700,01	7	8	11	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,9 °C	16,0 °C
Humedad Relativa	50 %	49 %

Carga (g)	Crecientes					Decrecientes					e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)			
0,100	0,10	7	-2								
0,500	0,50	4	1	3	0,50	5	0	2			
1,000	1,00	6	-1	1	1,00	6	-1	1			
100,000	100,00	6	-1	1	100,00	7	-2	0			
500,000	500,00	5	0	2	500,01	7	8	10			
700,000	700,00	6	-3	-1	700,01	8	7	9			
1 300,001	1 000,00	4	1	3	1 000,01	8	7	9			
1 500,000	1 500,00	7	-2	0	1 500,01	7	8	10			
1 700,000	1 700,00	4	1	3	1 700,00	4	1	3			
2 000,005	2 000,00	5	-5	-3	2 000,00	5	-5	-3			
2 200,005	2 200,00	6	-6	-4	2 200,00	6	-6	-4			

Donde:

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

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R + 3,54 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_k = 2 \times \sqrt{5,25 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 5,35 \times 10^{-16} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 1 998,00 g para una carga de valor nominal 2000 g.

Incertidumbre

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

Fin del documento





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-09250-2022

PROFORMA : 11317A

Fecha de emisión : 2022 - 06 - 08

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.

Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chlca

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CBR MARSHALL**  
 Marca : PINZUAR  
 Modelo : PS-27  
 N° Serie : 299  
 Intervalo de indicación : 50 kN  
 Resolución : 0,01 kN  
 Procedencia : No Indica  
 Código de Identificación : No Indica  
 Ubicación : Laboratorio  
 Fecha de Calibración : 2022 - 06 - 07

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando un instrumento patrón calibrado.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,4°C	16,4°C
HJMEDAD RELATIVA	49,0%	49,0%

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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



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



Certificado : TC-09250-2022

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

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

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( kN )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( kN )	Error ( kN )	Incertidumbre ( kN )
5,04	5,02	0,02	0,01
10,07	9,93	0,14	0,01
20,03	19,73	0,30	0,01
30,01	29,50	0,51	0,01
35,02	34,51	0,51	0,01
40,02	39,46	0,56	0,01
45,03	44,41	0,62	0,01
50,00	49,35	0,65	0,01

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadheiva.

**INCERTIDUMBRE**

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

FIN DEL DOCUMENTO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 09902 - 2022**

Proforma : 11317 Fecha de Emisión : 2022-08-10

**SOLICITANTE** : SILVER GEOTEC S.A.C.  
Dirección : P.J. NUÑEZ NRO. 122 JUNÍN-HUANCAYO-CHILCA

**EQUIPO** : HORNO  
Marca : A&A INSTRUMENTS  
Modelo : STHX-1A  
Número de Serie : 16635  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Circulación del aire : Ventilación natural  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2022-06-07

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

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

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
<b>Termómetro</b>	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C
<b>Selector</b>	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C

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

### LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

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

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009. "Procedimiento para la calibración o caracterización de mediciones isotermas con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

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

### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
<b>Inicial</b>	14,6 °C	56 %hr	221 V
<b>Final</b>	15 °C	51 %hr	221 V

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

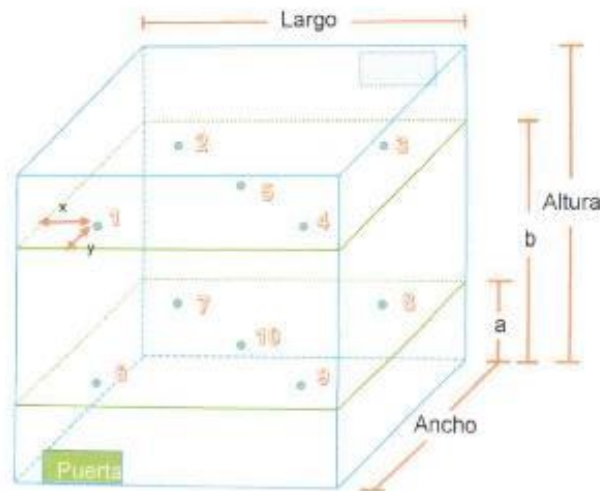
PGC-16-r11/Octubre 2021/Rev.01

Página : 1 de 6

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021

**UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO**



Largo :	50,0 cm	a :	5,0 cm	x :	6,0 cm
Ancho :	38,0 cm	b :	34,0 cm	y :	5,0 cm
Altura :	50,0 cm				

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

**NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS**

<b>t</b>	: Instante de tiempo en minutos.	<b>T.PROM</b>	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
<b>I</b>	: Indicación del termómetro del equipo.	<b>Tprom</b>	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
<b>T. MÁX</b>	: Temperatura máxima por sensor	<b>DTT</b>	: Desviación de temperatura en el tiempo.
<b>T. MIN</b>	: Temperatura mínima por sensor		
<b>T. max</b>	: Temperatura máxima para un instante dado.		
<b>T. min</b>	: Temperatura mínima para un instante dado.		

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
115 °C ± 5 °C	115 °C	240 min	30%	MUESTRAS DE PIEDRA

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	115,0	114,1	114,3	115,7	112,5	114,8	116,7	117,0	116,5	118,3	117,2	115,7	5,8
00:01	115,0	114,1	114,7	115,7	112,3	114,8	116,7	117,9	116,7	118,4	116,8	115,8	6,1
00:02	115,0	114,1	115,1	115,7	112,5	114,8	116,7	118,0	116,5	118,4	117,4	115,9	5,9
00:03	115,0	114,1	114,5	115,7	112,4	114,8	116,7	118,7	116,7	118,4	117,2	115,9	6,2
00:04	115,0	114,1	114,7	115,7	112,2	115,0	116,7	118,9	116,7	118,4	117,6	116,0	6,6
00:05	115,0	114,1	114,4	115,7	112,5	115,0	116,7	118,5	117,0	118,4	117,3	116,0	5,9
00:06	115,0	114,1	114,4	115,7	112,4	115,2	116,7	118,0	117,0	118,4	117,3	115,9	6,0
00:07	115,0	114,1	114,2	115,9	112,8	115,2	116,8	118,3	116,9	118,4	117,3	116,0	5,8
00:08	115,0	114,1	114,5	115,9	112,5	115,2	116,8	117,2	117,0	118,4	117,6	115,9	5,9
00:09	115,0	114,1	114,5	115,9	112,8	115,2	117,0	118,0	117,2	118,4	117,3	116,0	5,8
00:10	115,0	114,1	114,1	115,9	112,4	115,2	117,0	118,1	117,2	118,4	117,3	116,0	6,0
00:11	115,0	114,1	113,9	115,9	112,8	115,3	117,1	117,0	117,2	118,4	116,8	115,9	5,8
00:12	115,0	114,1	114,1	116,0	112,6	115,2	117,1	118,0	117,5	118,4	117,3	116,0	5,8
00:13	115,0	114,1	114,3	116,0	112,6	115,3	117,1	117,2	117,6	118,4	117,7	116,0	5,8
00:14	115,0	114,1	114,5	116,0	112,6	115,3	117,1	117,2	117,3	118,4	117,5	116,0	5,8
00:15	115,0	114,1	114,1	116,0	112,8	115,3	117,1	117,4	117,4	118,4	117,6	116,0	5,8
00:16	115,0	114,1	114,3	116,0	112,4	115,2	117,2	117,3	117,4	118,5	117,5	116,0	8,1
00:17	115,0	114,1	114,5	116,0	112,4	115,2	117,4	116,8	117,0	118,5	118,0	116,0	8,1
00:18	115,0	114,1	114,3	116,0	112,5	115,0	117,4	116,8	117,1	118,5	117,9	116,0	8,0
00:19	115,0	114,2	114,2	116,0	112,8	115,0	117,4	116,8	117,2	118,5	117,3	115,9	5,9
00:20	115,0	114,2	114,0	116,0	112,5	115,0	117,4	117,1	117,0	118,5	116,8	115,9	6,0
00:21	115,0	114,2	113,5	116,0	112,2	115,0	117,4	117,0	117,0	118,5	116,8	115,8	6,3
00:22	115,0	114,2	113,2	116,0	112,4	115,0	117,2	117,2	117,3	118,5	116,3	115,7	6,1
00:23	115,0	114,2	113,1	115,9	112,4	114,9	117,2	118,2	117,1	118,5	116,7	115,6	6,1
00:24	115,0	114,2	112,7	115,9	112,1	114,7	117,1	118,3	116,9	118,5	116,9	115,5	6,4
00:25	115,0	114,2	112,8	115,9	112,1	114,6	117,1	116,2	116,9	118,5	117,7	115,8	6,4
00:26	115,0	114,2	112,7	115,7	112,1	114,6	117,1	116,5	116,8	118,5	117,2	115,5	6,4
00:27	115,0	114,2	112,8	115,7	112,1	114,6	117,1	116,2	116,8	118,5	116,8	115,5	6,4
00:28	115,0	114,2	113,0	115,7	112,1	114,6	117,1	117,1	116,6	118,5	116,8	115,6	6,4
00:29	115,0	114,2	113,1	115,7	112,1	114,3	117,1	117,0	116,8	118,4	116,8	115,6	6,3
00:30	115,0	114,2	113,0	115,7	111,9	114,3	117,1	117,1	116,8	118,4	117,1	115,6	6,5

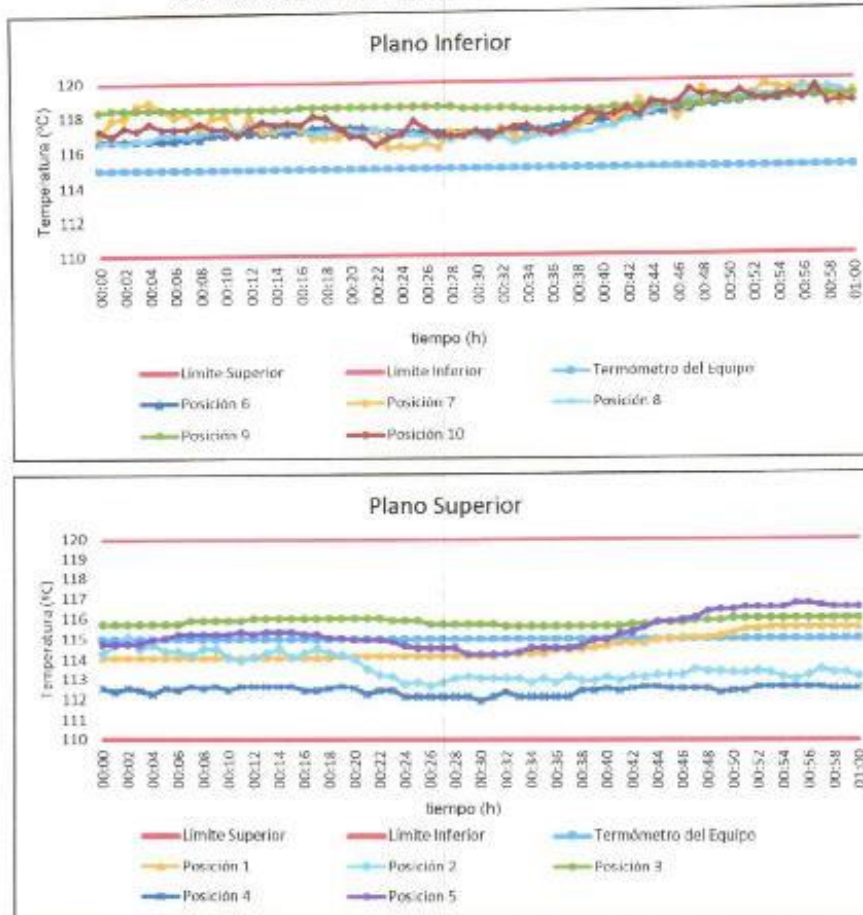


t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:31	115,0	114,2	113,0	115,7	112,1	114,3	117,1	118,7	116,6	118,4	116,7	115,5	6,3
00:32	115,0	114,3	113,0	115,8	112,3	114,3	117,1	117,3	116,8	118,4	117,1	115,6	6,1
00:33	115,0	114,3	113,0	115,6	112,1	114,4	117,2	116,8	116,4	118,4	117,3	115,6	6,3
00:34	115,0	114,3	112,8	115,6	112,1	114,6	117,2	116,7	116,6	118,3	117,4	115,6	6,2
00:35	115,0	114,3	113,0	115,8	112,1	114,6	117,2	117,1	116,8	118,3	117,1	115,6	6,2
00:36	115,0	114,5	112,8	115,6	112,1	114,6	117,3	117,0	116,9	118,3	116,9	115,6	6,2
00:37	115,0	114,5	113,1	115,6	112,1	114,6	117,5	117,1	116,8	118,3	117,1	115,7	6,2
00:38	115,0	114,5	112,9	115,8	112,4	114,7	117,5	117,2	117,0	118,3	117,6	115,6	5,9
00:39	115,0	114,6	112,9	115,6	112,4	115,0	117,6	117,7	117,0	118,3	118,1	115,9	5,9
00:40	115,0	114,7	113,1	115,6	112,5	115,0	117,7	118,1	117,3	118,3	117,9	116,0	5,9
00:41	115,0	114,8	112,9	115,6	112,4	115,2	117,7	117,7	117,3	118,4	118,0	116,0	5,9
00:42	115,0	114,8	113,1	115,7	112,5	115,3	117,8	118,1	117,7	118,4	118,3	116,2	5,9
00:43	115,0	114,8	113,1	115,7	112,5	115,5	117,9	118,9	117,7	118,4	117,9	116,3	6,2
00:44	115,0	115,0	113,2	115,8	112,6	115,8	118,1	118,3	118,2	118,5	118,7	116,4	6,1
00:45	115,0	115,0	113,2	115,8	112,5	115,8	118,2	118,5	118,4	118,5	118,6	116,5	6,1
00:46	115,0	115,1	113,2	115,8	112,5	115,9	118,3	117,8	118,6	118,5	118,6	116,4	6,1
00:47	115,0	115,1	113,5	115,9	112,5	116,0	118,3	118,5	118,9	118,5	119,4	116,7	6,9
00:48	115,0	115,1	113,4	115,9	112,5	116,3	118,6	119,4	118,6	118,5	119,0	116,7	6,9
00:49	115,0	115,2	113,4	115,9	112,3	116,4	118,6	119,0	118,9	118,7	119,1	116,7	6,8
00:50	115,0	115,3	113,3	116,0	112,4	116,4	118,7	118,9	118,9	118,7	118,9	116,7	6,5
00:51	115,0	115,5	113,3	116,0	112,4	116,5	118,7	118,8	118,9	118,7	119,3	116,8	6,9
00:52	115,0	115,5	113,4	116,0	112,6	116,5	118,8	119,1	119,1	118,8	118,9	116,9	6,5
00:53	115,0	115,6	113,3	116,0	112,6	116,5	118,8	119,8	119,0	118,9	118,7	116,9	7,0
00:54	115,0	115,6	113,1	116,0	112,6	116,5	118,8	119,4	119,1	118,9	118,9	116,9	6,8
00:55	115,0	115,6	113,0	116,0	112,6	116,7	119,0	119,4	119,1	118,9	119,1	116,9	6,8
00:56	115,0	115,6	113,2	116,0	112,6	116,7	119,0	119,5	119,5	119,0	118,8	117,0	6,9
00:57	115,0	115,6	113,5	116,0	112,6	116,6	119,0	119,4	119,3	119,0	119,5	117,1	6,9
00:58	115,0	115,6	113,3	116,0	112,5	116,5	119,1	119,1	119,5	119,0	118,5	116,9	6,9
00:59	115,0	115,6	113,3	116,0	112,5	116,5	119,1	118,5	119,3	119,0	118,7	116,6	6,7
01:00	115,0	115,6	113,1	116,0	112,5	116,5	119,1	119,2	119,0	119,0	118,6	116,9	6,7
T.PROM	115,0	114,6	113,6	115,8	112,4	115,3	117,6	117,8	117,5	118,5	117,8	116,1	
T.MAX	115,0	115,6	115,1	116,0	112,6	116,7	119,1	119,6	119,5	119,0	119,5		
T.MIN	115,0	114,1	112,7	115,6	111,9	114,3	116,7	116,2	116,4	118,3	116,3		
DTT	0,0	1,5	2,5	0,4	0,7	2,5	2,4	3,5	3,1	0,7	3,2		

RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	119,6	0,6
Temperatura Mínima Medida	111,9	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,1	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,5	0,1
Estabilidad Medida (Δ)	1,7	0,05
Uniformidad Medida	7,0	0,7

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE 115 °C ± 5 °C



**DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA**

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

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

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

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

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.  
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isotermo:



#### OBSERVACIONES

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

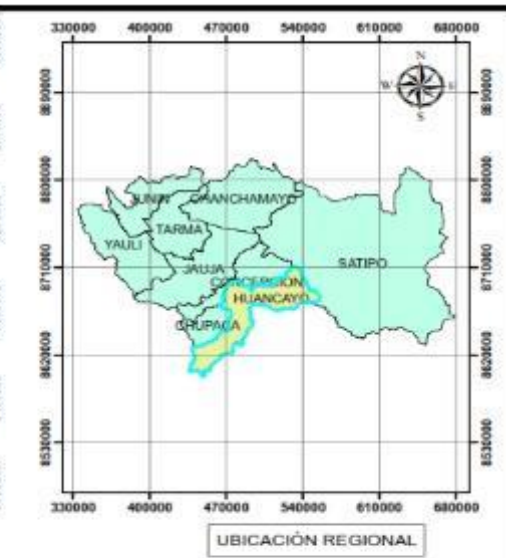
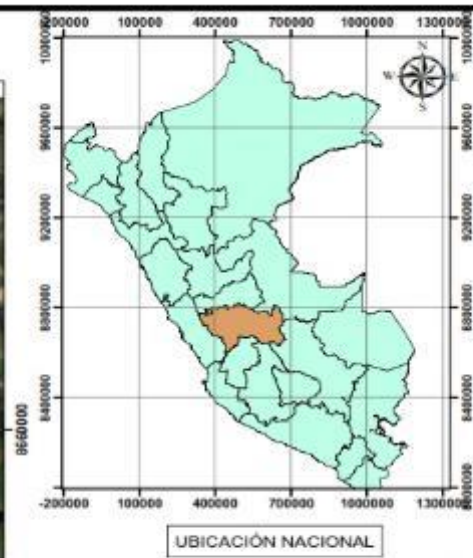
#### INCERTIDUMBRE

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

Fin del Documento

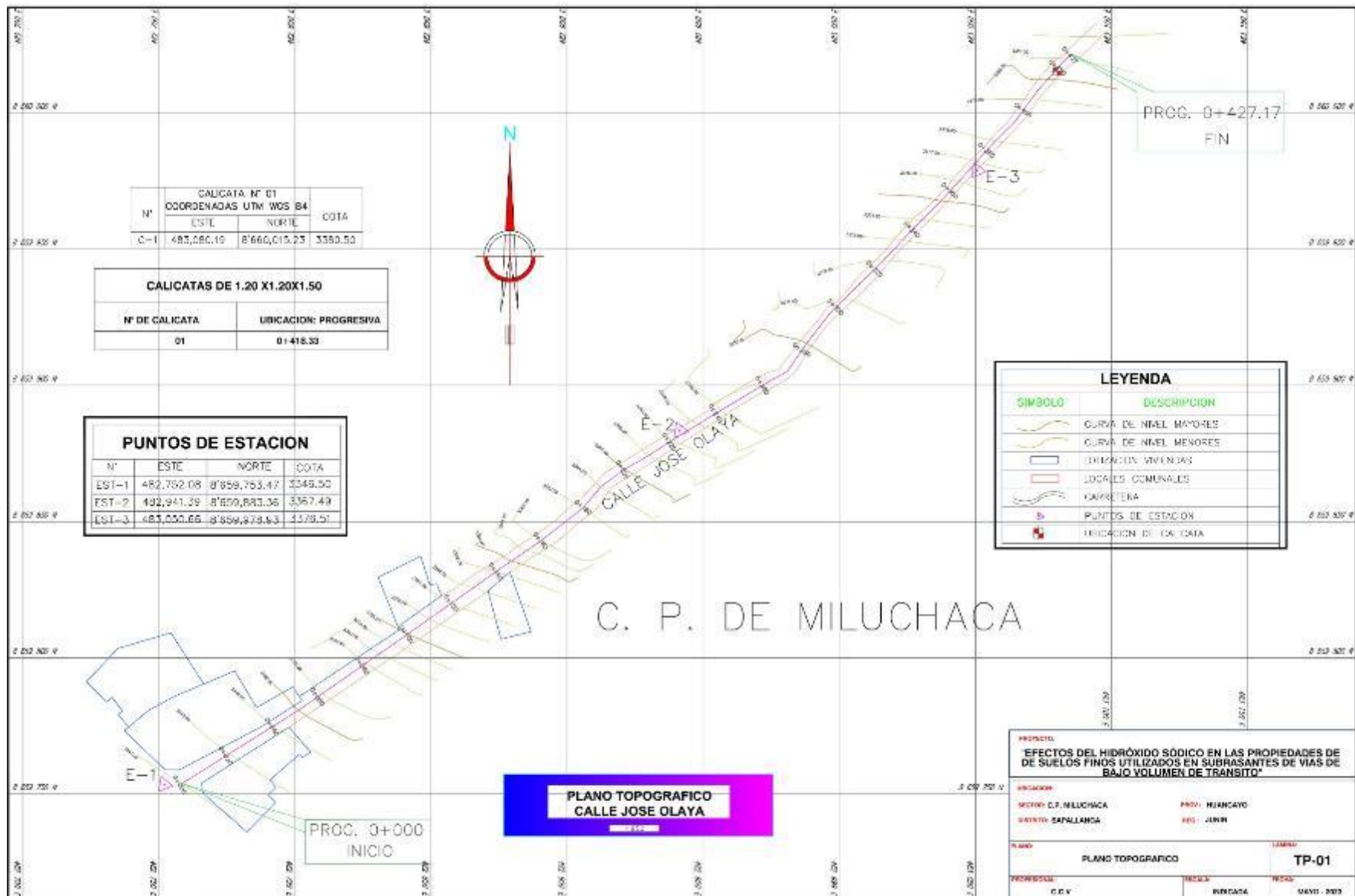


**Anexo N° 04: plano de calicatas**



Estudio hidrográfico del proyecto: "EFECTOS DEL HIDRÓCIDO SÓLICO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS FINOS UTILIZADOS EN SUBSISTEMAS DE VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

Nombre			Ubicación de calicata	
Clase	Fecha	Lamina		UB - 01
E.V.E.	Marzo - 2023			
Escala	UTM			
Indicada	WGS - 84			



**Anexo N° 05: panel fotográfico**





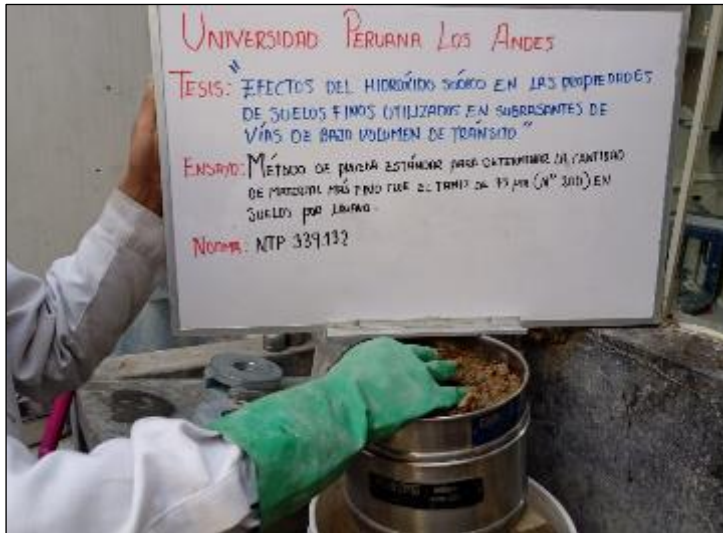
Fotografía 1. Vista de la extracción de muestras de suelos a una profundidad de 1.50 m, en la calle José Olaya, progresiva 0+427.74 con coordenadas 483033 E; 8660057 S; el cual fue la única de la cual se obtuvieron las muestras de suelos.



Fotografía 2. Vista de las muestras del suelo obtenida de la calicata y trasladadas a laboratorio de acuerdo a lo especificado en la NTP 339.151.



Fotografía 3. Ejecución del ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo según la NTP 339.127.



Fotografía 4. Ejecución del ensayo para determinar la cantidad de suelo más fino que pasa el tamiz N° 200 según la NTP 339.132.



Fotografía 5. Vista del hidróxido sódico.



Fotografía 6. Vista del tamizado del suelo fino de fundación de acuerdo a la NTP 339.128.

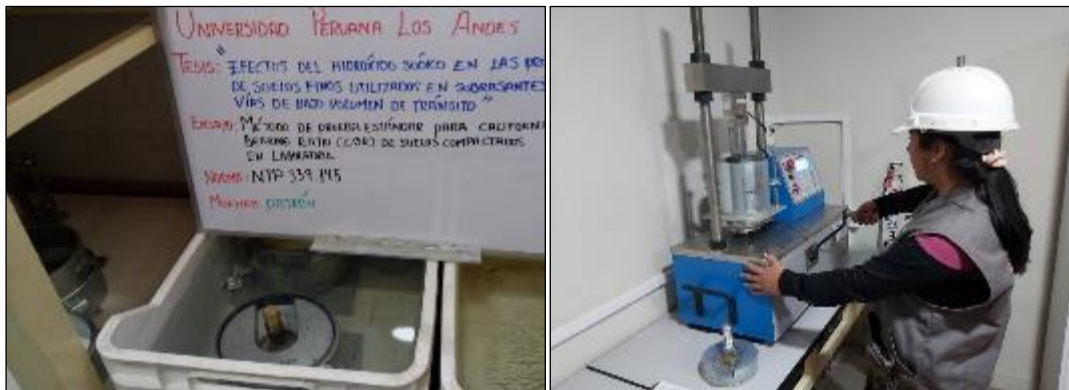




Fotografía 7. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico del suelo fino de fundación según la NTP 339.129.



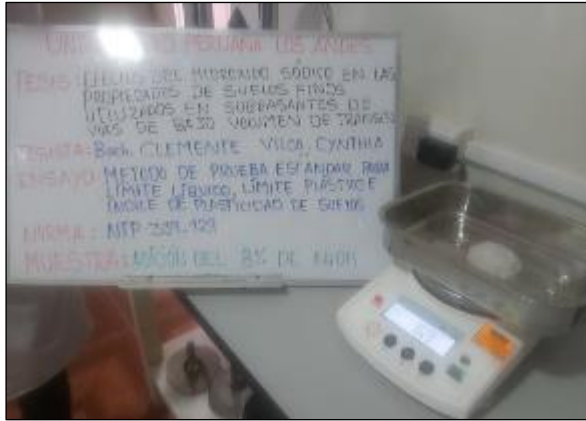
Fotografía 8. Ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo fino de fundación según la NTP 339.141.



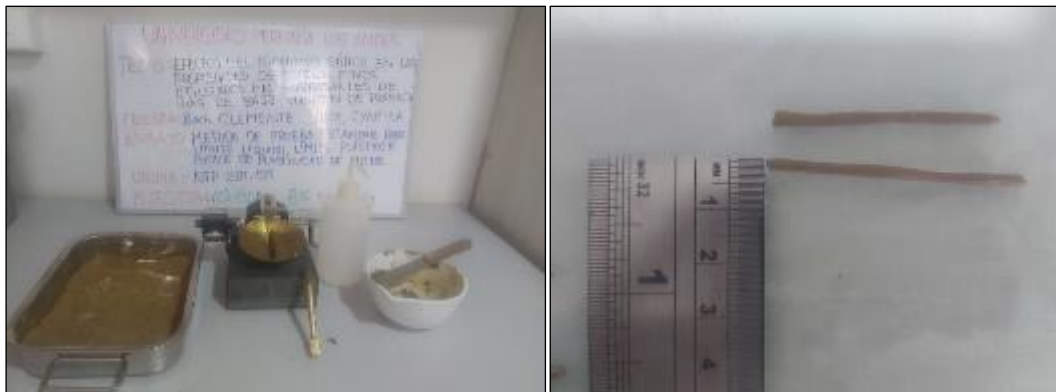
Fotografía 9. Ejecución del ensayo de CBR del suelo fino de fundación según la NTP 339.145.



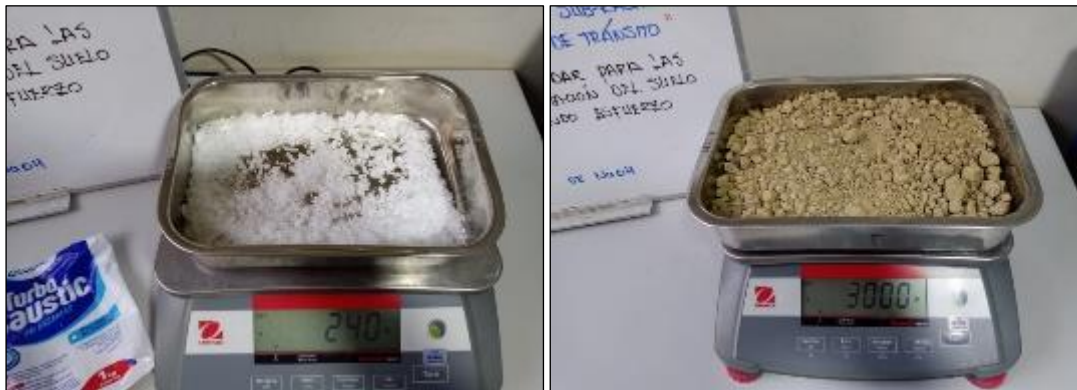
Fotografía 10. Determinación del pH (8.30) del suelo fino de fundación según la NTP 339.176.



Fotografía 11. Pesado del 8 % de hidróxido sódico a emplearse en el suelo.



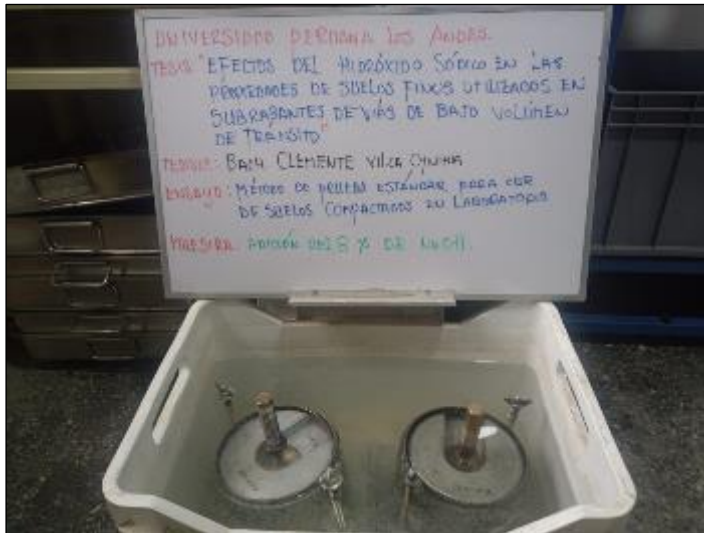
Fotografía 12. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico del suelo con 8 % de hidróxido sódico según la NTP 339.129.



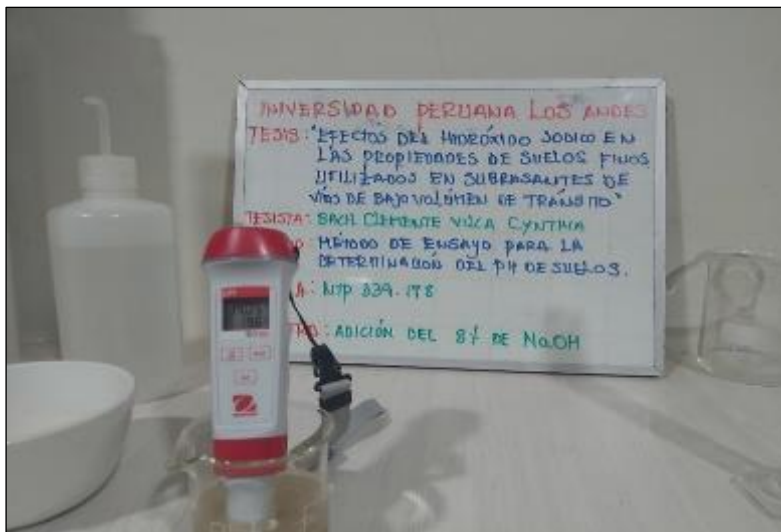
Fotografía 13. Vista del hidróxido sódico en 8 % para la adición en el suelo.



Fotografía 14. Ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo con 8 % de hidróxido sódico según la NTP 339.141.



Fotografía 15. Ejecución del ensayo de CBR del suelo con 8 % de hidróxido sódico según la NTP 339.145.

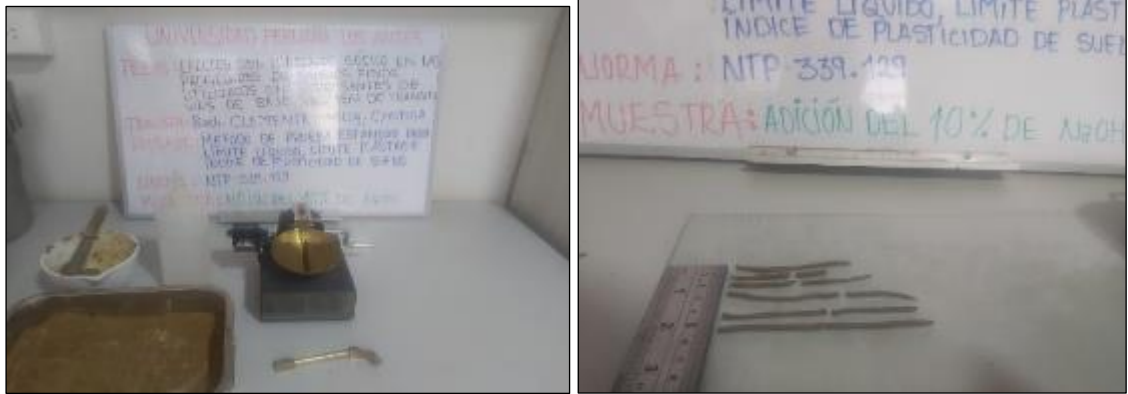


Fotografía 16. Determinación del pH del suelo con 8 % (14.05) de hidróxido sódico según la NTP 339.176



Fotografía 17. Vista del ensayo granulométrico del suelo con 10 % de hidróxido sódico según NTP 339.128.

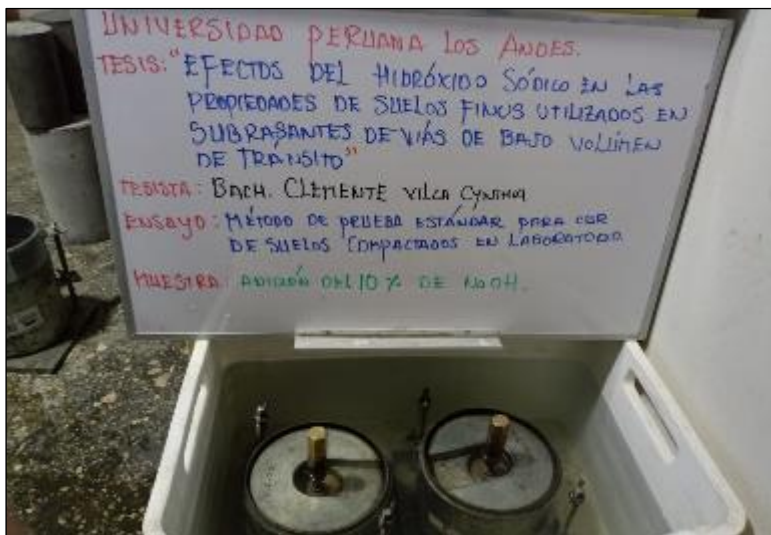




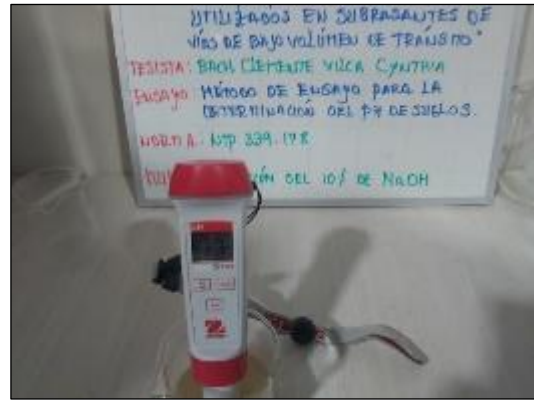
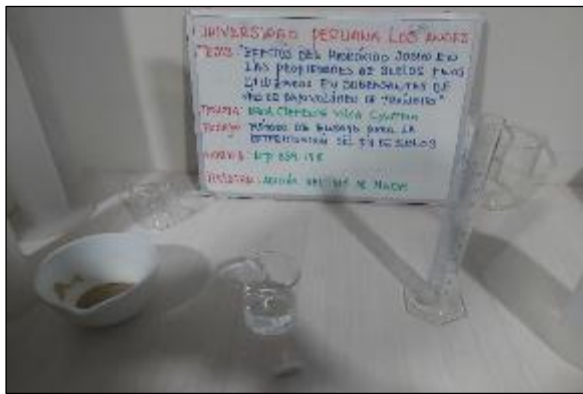
Fotografía 18. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico del suelo con 10 % de hidróxido sódico según la NTP 339.129.



Fotografía 19. Ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo con 10 % de hidróxido sódico según la NTP 339.141.



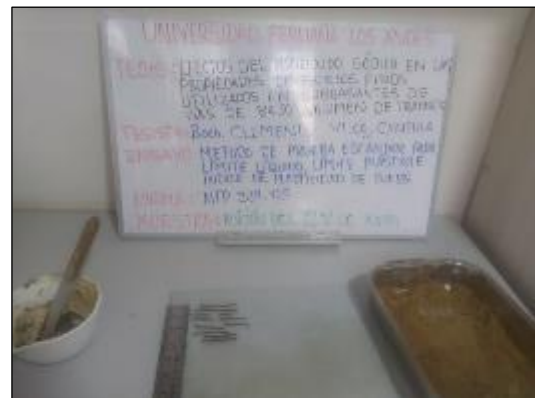
Fotografía 20. Ejecución del ensayo de CBR del suelo con 10 % de hidróxido sódico según la NTP 339.145.



Fotografía 21. Determinación del pH del suelo con 10 % (14.10) de hidróxido sódico según la NTP 339.176



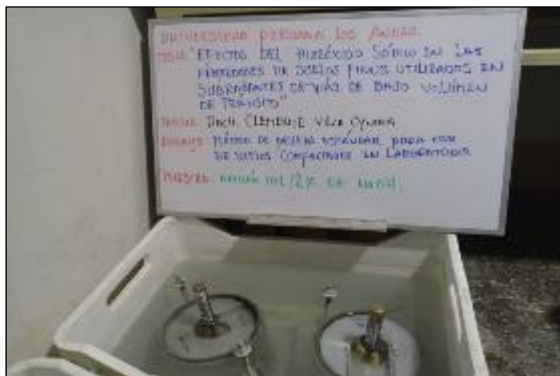
Fotografía 22. Vista del ensayo granulométrico del suelo con 12 % de hidróxido sódico según NTP 339.128.



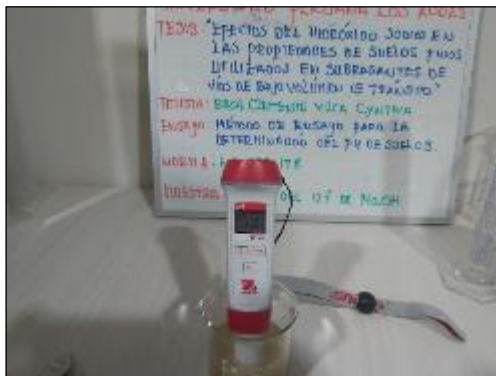
Fotografía 23. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico del suelo con 12 % de hidróxido sódico según la NTP 339.129.



Fotografía 24. Ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo con 12 % de hidróxido sódico según la NTP 339.141.



Fotografía 25. Ejecución del ensayo de CBR del suelo con 12 % de hidróxido sódico según la NTP 339.145.



Fotografía 26. Determinación del pH del suelo con 12 % (14.10) de hidróxido sódico según la NTP 339.176



Fotografía 27. Vista del ensayo granulométrico del suelo con 14 % de hidróxido sódico según NTP 339.128.

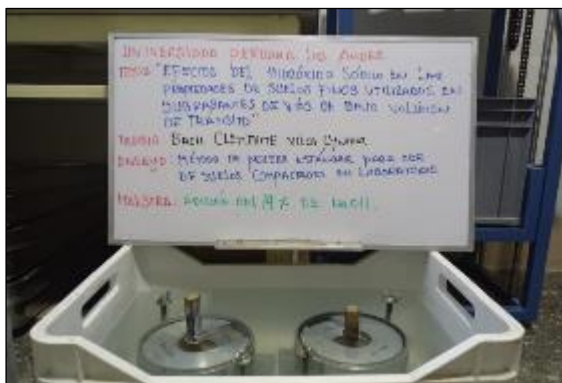




Fotografía 28. Ejecución del ensayo para determinar el límite líquido y límite plástico del suelo con 14 % de hidróxido sódico según la NTP 339.129.



Fotografía 29. Ejecución del ensayo de Proctor modificado del suelo con 14 % de hidróxido sódico según la NTP 339.141.



Fotografía 30. Ejecución del ensayo de CBR del suelo con 14 % de hidróxido sódico según la NTP 339.145.



Fotografía 31. Determinación del pH del suelo con 14 % (14.03) de hidróxido sódico según la NTP 339.176