



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal
con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junin 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Civil

AUTORES:

Auccalla Gamarra, Maria Ximena (ORCID: 0000-0002-1319-8074)

Valenzuela Vilcamiche, Jessica Jesenia (ORCID: 0000-0002-8651-7187)

ASESOR:

Mg. Tacza Zevallos, John Nelinho (ORCID: 0000-0002-1763-9375)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedicó el desarrollo de este trabajo de investigación a mis padres quienes son mi principal fuente de motivación para salir adelante, por acompañarme y apoyarme en las decisiones que tomo; sobre todo por el esfuerzo y el amor que me dan.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios por haberme dado fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida que he trazado; agradezco también a mis padres por sus consejos, esfuerzos y por su confianza, a todos mis familiares por haberme apoyado durante el proceso de formación de mi carrera universitaria, a mi asesor Ing. Cesar Peche por su guía en el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Justificación Social.....	4
1.3.3. Justificación metodológica.....	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.4.1. Hipótesis general.....	5
1.4.2. Hipótesis específicas.....	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	10
2.2. Teorías relacionadas al tema.....	13
2.2.1. Definición de carreteras.....	13
2.2.2. Clasificación de Carreteras.....	14
2.2.3. Sub rasante.....	15
2.2.4. Estabilización de la sub rasante.....	16
2.2.5. Granulometría del suelo.....	19
2.2.6. Estabilización de suelos.....	23

2.2.7. Estabilización del suelo con cal y cemento	25
III.METODOLOGÍA	30
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.1.1. Tipo de investigación	30
3.3. Población, muestra y muestreo.....	36
3.3.1 Población	36
3.3.2. Muestra	36
3.3.3. Tipo de Muestreo	37
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	37
3.5. Procedimiento.....	41
3.6. Método de análisis de datos.....	42
IV .RESULTADOS	44
4.1 Ubicación geográfica	44
4.2 Ubicación del tramo de investigación.....	45
4.3 Ensayo del suelo natural.....	49
4.3.1 Análisis Granulométrico (ASTM D422)	49
4.3.2 Ensayo de límites de Atterberg	53
4.3.3. Ensayos de Proctor modificado del suelo natural.	56
4.3.4. Ensayo de relación de soporte de california (C.B.R) en laboratorio del suelo natural	59
4.4 Ensayos al suelo-cemento.....	62
4.4.1 Límite de Atterberg (ASTM D 4318) + cemento	64
4.4.2 Ensayos de Proctor modificado (ASTM D 1557) + cemento	65
4.4.3 Ensayos de C.B.R (ASTM D1557) + cemento	69
4.5. Ensayos de suelo natural + cal hidratada.....	71
4.5.1. Límite de Atterberg (ASTM D 4318)	72
4.5.2. Ensayos de PROCTOR Modificado (ASTM D 1557) + cal hidratada	74
4.5.3. Ensayos de C.B.R (ASTM D 1833)	77
4.6. Ensayos de suelo-cal con cemento.....	79
4.6.1 Límite de Atterberg Cal+cemento (ASTM D 4318)	79

4.6.2. Ensayos de Proctor modificado Cal + cemento (ASTM D 1557)	84
4.6.3. Ensayos de C.B.R Cal + cemento (ASTM D 1833)	88
V.DISCUSIÓN	112
VI.CONCLUSIONES	114
VII. RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS	117
ANEXOS	120
ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	121
ANEXO N° 2: ENSAYOS DE LABORATORIO.....	123
ANEXO N° 3: CARTAS.....	201
ANEXO N° 4: COTIZACIÓN DEL LABORATORIO	204
ANEXO N° 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	207
ANEXO N°6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	213
ANEXO N° 7: PANEL FOTOGRÁFICO.....	219
ANEXO N°8: TURNITIN	226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Categorías de Sub rasante	16
Tabla 2: Clasificación de suelos según cada tamaño de partículas.....	20
Tabla 3: Rango de cemento requerido en la estabilización de suelos según AASHTO	26
Tabla 4: Operacionalización de Variables.....	32
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	33
Tabla 6: Validez (Herrera, 1998)	39
Tabla 7: Confiabilidad. (Herrera, 1998)	39
Tabla 8: Alfa de Cronbach.....	40
Tabla 9: Resumen de resultados del Ensayo Granulométrico.....	50
Tabla 10: Resultados del análisis granulométrico.....	50
<i>Tabla 11: Resultados de Límites de Atterberg</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 12: Resultados de Proctor modificado del suelo natural.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 13: Resultados de la Relación Soporte California al 95% y100% del suelo natural. 59</i>	<i>59</i>
Tabla 14: <i>Guía referencial para la selección del Tipo de estabilizador.</i>	63
Tabla 15: Rango de cemento requerido en la estabilización de suelos.....	63
Tabla 16: Resumen de resultados de Límites de Atterberg	64
Tabla 17: Resumen de resultados de Proctor modificado + Porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.	66
Tabla 18: Resumen de resultados de CBR + Porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%. 69	69
Tabla 19: Guía referencial para la selección del Tipo de estabilizador.	72
Tabla 20: Resumen de resultados de Límite de Atterberg + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.....	72
Tabla 21: Gráfico de resultados de Límite de Atterberg + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.....	73
Tabla 22: Resumen de resultados de Proctor Modificado + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.....	74
Tabla 23: Resumen de resultados de C.B.R al 95 % + porcentajes de cal al 3%, 5% y 7%.	77
Tabla 24: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	79
Tabla 25: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	81

Tabla 26: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	82
Tabla 27: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.	84
Tabla 28: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	85
Tabla 29: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	87
Tabla 30: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	88
Tabla 31: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	90
Tabla 32: Resultados de los ensayos.....	95
Tabla 33: Prueba de normalidad	95
Tabla 34: Estadística de grupo	96
Tabla 35: Pruebas de muestras independientes.....	96
Tabla 36: Resultados de los ensayos.....	97
Tabla 37: Prueba de normalidad	97
Tabla 38: Estadísticas de grupo.....	97
Tabla 39: Prueba de muestras independientes.....	98
Tabla 40: Resultados de ensayos.....	98
Tabla 41: Prueba de normalidad	99
Tabla 42: Estadísticas de grupo.....	99
Tabla 43: Prueba de muestras independientes.....	99
Tabla 44: Resultados de ensayos.....	101
Tabla 45: Prueba de normalidad	101
Tabla 46: Estadísticas de grupo.....	101
Tabla 47: Prueba de muestras independientes.....	102
Tabla 48: Resultados de ensayos.....	102
Tabla 49: Prueba de normalidad	103
Tabla 50: Estadísticas de grupo	103
Tabla 51: Prueba de muestra independiente.....	104
Tabla 52: Resultados de ensayos.....	104
Tabla 53: Prueba de normalidad	105

Tabla 54: Estadísticas de grupo	105
Tabla 55: Prueba de muestras independientes	105
Tabla 56: Resultados de ensayos	107
Tabla 57: Prueba de normalidad	107
Tabla 58: Estadísticas de grupo	107
Tabla 59: Prueba de muestras independientes	108
Tabla 60: Resultados de ensayos	108
Tabla 61: Prueba de normalidad	109
Tabla 62: Estadística de grupo	109
Tabla 63: Prueba de muestras independientes	109
Tabla 64: Prueba de normalidad	110
Tabla 65: Resultados de ensayos	110
Tabla 66: Estadísticas de grupo	111
Tabla 67: Prueba de muestras independientes	111

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación SUCS (MTC, 2014, pág. 30).....	18
Imagen 2: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación AASHTO	19
Imagen 3: Criterios para estabilización de suelos.....	24
Imagen 4: Método de análisis de datos.....	42
Imagen 5: Ubicación geográfica del proyecto.....	44
Imagen 6: Vista panorámica del Distrito de San Luis de Shuaro.....	45
Imagen 7: Inicio del tramo de la carretera San José - Chichizú.	45
Imagen 8: Estado de la carretera km. 01+000.	46
Imagen 9: Vista panorámica de la carretera en el km. 02+000.	46
Imagen 10: Vista panorámica de la carretera en el km. 02 +500.	46
Imagen 11: Vista panorámica de la carretera en el km. 03+000.	46
Imagen 12: Vista panorámica de la carretera en el km. 06+000.	46
Imagen 13: Vista panorámica de la carretera en el km. 09+000.	46
Imagen 14: Vista panorámica de la carretera en el km. 02+500	47
Imagen 15: Vista de la carretera km. 02+500.....	48
Imagen 16: Inicio de la calicata	48
Imagen 17: Proceso de excavación.....	48
Imagen 18: Proceso de excavación de la Calicata.....	48
Imagen 19: Vista de la Calicata	48
Imagen 20: Recolección de la muestra	48
Imagen 21: Gráfico del análisis granulométrico	51
Imagen 22: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 1	52
Imagen 23: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 2.....	52
Imagen 24: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 3.....	53
Imagen 25: Gráfico de límites de Atterberg	54
Imagen 26: Gráfico de fluidez de la calicata N° 2	55
Imagen 27: Gráfico de fluidez de la calicata N°1	55
Imagen 28: Gráfico de fluidez de la calicata N° 3	55
Imagen 29: Resultados de Proctor modificado.	57
Imagen 30: Relación Humedad-Densidad C-01.....	58

Imagen 31: Relación Humedad-Densidad C-02.....	58
Imagen 32: Relación Humedad-Densidad C-03.....	59
Imagen 33: Grafico de la Relación Soporte California al 95% y100% del suelo natural. ...	60
Imagen 34: Relación de soporte California (CBR) C-01.....	61
Imagen 35: Relación de soporte California (CBR) C-02.....	61
Imagen 36: Relación de soporte California (CBR) C-03.....	62
Imagen 37: Gráfico de Límites de Atterberg + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.65	
Imagen 38: Gráfico del Óptimo Contenido de Humedad + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.	66
Imagen 39: Gráfico de la Máxima densidad Seca + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.	67
Imagen 40: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 10 % de cemento.....	68
Imagen 41: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 13 % de cemento.....	68
Imagen 42: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 16 % de cemento.....	69
Imagen 43: Gráfico del C.B.R. al 95% + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.	70
Imagen 44: Gráfico del C.B.R. al 100% + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.	71
Imagen 45: Gráfico de resultados de Proctor Modificado + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.	74
Imagen 46: Gráfico de la Máxima densidad seca + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.	75
Imagen 47: Gráfico de ensayo proctor modificado con 3 % de cal	76
Imagen 48: Gráfico de ensayo proctor modificado con 5 % de cal	76
Imagen 49: Gráfico de ensayo proctor modificado con 7 % de cal	77
Imagen 50: Gráfico del C.B.R. al 95% + porcentajes de cal hidratada al 3%, 5% y 7%. ...	78
Imagen 51: Gráfico del C.B.R. al 100% + porcentajes de cal hidratada al 3%, 5% y 7%. .	78
Imagen 52: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.....	80
Imagen 53: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.....	81
Imagen 54: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.....	83
Imagen 55: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.....	84

Imagen 56: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.....	86
Imagen 57: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.....	87
Imagen 58: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.....	89
Imagen 59: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.....	89
Imagen 60: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.....	90
Imagen 61: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.....	91
Imagen 62: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.....	92
Imagen 63: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.....	92
Imagen 64: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.....	93

RESUMEN

En la presente tesis titulada “Estabilización de la sub rasante de suelos arcillosos aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019. Tiene como objetivo principal determinar la estabilización de la sub rasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu.

Esta investigación es de tipo aplicada, con un diseño cuasi- experimental, de nivel explicativo .La población y la muestra es la longitud del tramo a investigar que es de 1 km. Los instrumentos que son protocolos estandarizados para recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos: MTC E 107-200(granulometría) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (limite plástico e índice de plasticidad) ASTM D 4318, MTC E115 – 2000 (Próctor modificado) ASTM D 1557, MTC E 132- 2000 (CBR) ASTM D 1883.

Concluyendo que si es posible estabilizar una sub rasante de un suelo arcilloso aplicando cal con cemento, ya que mediante los ensayos que se han elaborado en el laboratorio de mecaniza de suelos nos demuestra la mejoría de las propiedades del suelo conforme vamos aumentando la cantidad de cal con cemento.

Palabra Clave: Estabilización de suelo, Cal con cemento, sub rasante.

ABSTRACT

In the present thesis entitled “Stabilization of the subgrade of clay soils by applying lime with cement in the section of San José-Chichizu, Junin, 2019, the main objective is to determine the stabilization of the subgrade by applying lime with cement in the section of San José-Chichizu.

This research is of an applied type, with a quasi-experimental design, with an explanatory level. The population and the sample is the length of the section to be investigated, which is 1 km. The instruments that are standardized protocols to collect the results directly and reliably from the following tests: MTC E 107-200 (grain size) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (plastic limit and plasticity index) ASTM D 4318, MTC E115 - 2000 (Proctor modified) ASTM D 1557, MTC E 132-2000 (CBR) ASTM D 1883.

Concluding that it is possible to stabilize a subgrade of a clayey soil by applying lime with cement since, through the tests that have been carried out in the soil mechanics laboratory, it shows us the improvement of the properties of the soil as we increase the amount of lime with cement.

Keyword: Soil stabilization, Lime with cement, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad existe una gran desventaja hacia las zonas rurales, ya que casi siempre no tienen el mantenimiento adecuado; las continuas lluvias contribuyen a que estas vías sin pavimentar se deterioren fácilmente.

Este es un problema que está en todos los departamentos del Perú, especialmente en la Selva y Sierra muchas veces los pobladores tienen que ingeniarse como transportar sus productos cuando el acceso a la vía no está en buen estado.

Generalmente los proyectos de caminos vecinales los realizan los gobiernos locales, en este caso en la provincia de Chanchamayo el encargado del mantenimiento vial es el Instituto Vial Provincial de Chanchamayo, este plantea la rehabilitación y el mantenimiento de las vías en estado de emergencia.

En la selva los suelos son conocidos por ser arcillosos y no tener una alta capacidad portante, esto ocasiona problemas al momento de realizar el mantenimiento y rehabilitación de los caminos vecinales.

VELARDE Del Castillo, A (2015), nos dice que: Los suelos de tipo arcillosos en las obras de construcción civil tienen a tener un problema debido a su comportamiento frente al agua, lo que determina una expansión y contracción del mismo.

La provincia de Chanchamayo es conocida por ser zona agrícola, muchas veces la economía de los agricultores se ve afectada a causa de los accesos en mal estado, estos caminos vecinales mayormente no cuentan con un suelo apropiado para que los pobladores transiten por sus vías, ya que cada vez que llueve se forman ahuellamientos, requiriendo un mejoramiento de sub rasante por el tipo de

suelo que existe en dicha zona para facilitar de esta manera la comunicación de los centros poblados y anexos con la zona urbana.

El Ministerio de transporte y comunicaciones “MTC” (2013), exige que, al encontrarse con una subrasante baja en capacidad portante, se debe reemplazar dicho material o estabilizarlo con otro material que cumpla con sus parámetros establecidos, una de las maneras más conocidas de mejorar la subrasante son añadiendo: cal, escoria, cemento, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, cloruro de calcio, geosintéticos. Cada uno de estos es evaluado y aplicado según el diseño de vía que tendrá y el tipo de suelo que posee.

SANCHEZ Alban, M (2014), nos dice que: Una de las alternativas con las que se puede controlar las variaciones volumétricas de los suelos expansivos es mediante la adición de productos químicos que saturen su capacidad de intercambio catiónico, entre estos procedimientos se encuentran el uso de la cal y cemento; el tratamiento del suelo se realiza mediante la dosificación en términos de porcentajes del producto estabilizante.

Esta investigación se centra en analizar el mejoramiento y estabilización de la subrasante de los suelos arcillosos mediante el uso de la cal con el cemento, aplicado en el tramo del camino vecinal San José-Chichizu del distrito de San Luis de Shuaro, Región Junín. En épocas de invierno dicha ruta presenta una baja transitabilidad por los derrumbes y huaycos que son comunes, las vías se deterioran notablemente y suelen presentar ahuellamientos ocasionando pérdidas económicas a la población que se beneficia con este tramo, sobre todo a los agricultores que tienen que transportar sus cosechas al mercado de manera oportuna, de la misma manera los transportistas que transitan por esta zona arriesgan su vida y de las personas.

1.2. Formulación del problema.

En nuestro país existe una evidente falta de apoyo hacia los agricultores y más aun a sus accesos a sus respectivas propiedades, en la Provincia de Chanchamayo Provias Descentralizado es el que ve los temas de los ramales ya sea primarios o secundarios; mayormente los ramales secundarios siempre están descuidados por ende los agricultores sufren para sacar sus productos y muchas veces se les malogra en la chacra teniendo ellos perdidas económicas muy grandes, por eso planteamos mejorar el suelo arcilloso adicionando un (%) de cal y cemento; para ello se plantea la siguiente pregunta:

1.2.1. Problema General:

PG: ¿Cómo mejora la aplicación de cal con cemento en la estabilización de la sub rasante de suelo arcilloso en el tramo de San José -Chichizu, Junin, 2019?

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el índice de plasticidad del suelo arcilloso aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu, Junín, 2019?

PE2: ¿Cuál es la resistencia del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu, Junín, 2019?

PE3: ¿Cuál el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso aplicando cal con el cemento en la estabilización de la sub rasante de suelos arcillosos en el tramo de San José -Chichizu, Junin, 2019?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Social.

La estabilización y el mejoramiento de un suelo arcilloso a nivel de la sub rasante son de gran importancia en el tramo de san José - Chichizú en el distrito de Junín , ya que facilita la circulación de los vehículos que transiten por esa zona, ayudando así a la población a tener mejor posibilidad económica .

1.3.2. Justificación técnica

La investigación nos servirá para brindar mayor información sobre la estabilización de los suelos arcillosos mediante cal con cemento ,para mejorar los daños y deterioros que puedan sufrir las carreteras en la zona donde se lleva la investigación , el estudio tiene como la finalidad de que las entidades públicas y privadas tenga un criterio base para poder ser usados en futuros proyectos ,que se tome en consideración para la planificación de la construcción de las carreteras.

1.3.3. Justificación metodológica

La investigación se basa en muchas alternativas de consulta, como de manuales y libros, y con ayuda de la Ministerio de Fomento y Obras Públicas del Perú, que ha ejecutado proyectos de estabilización de suelos de mucha relevancia para la investigación, lo cual ha ayudado a los profesionales como estudiantes una gran base de datos de la cual se puede ordenar y diseñar de la mejor manera los diseños a realizarse.

El investigador para realizar un estudio se basa en las especificaciones técnicas y criterios como, porcentaje de cemento o cal que se utilizara, ensayos de laboratorio y normas exclusivas para no dañar medio ambiente donde se realice el proyecto.

1.3.4. Justificación Ambiental.

La Justificación ambiental es muy esencial por sus diferentes medios y enfoques, en la actualidad la preservación del medio ambiental es muy importante y

supervisado por entidades que velan por este medio, para ello dentro de los principales componentes del presente estudio en su fin de preservar y no generar un conflicto social y ambiental se preocupó y desarrolló una metodología que pertenezca al grupo de tecnología verde, ayudando a preservar la naturaleza y el medio ambiente entonces esto garantiza la importancia de este producto por la cual cumple las expectativas para su empleabilidad en las vías no pavimentadas o que no cuentan con superficie de rodadura y esto pueda contribuir con el desarrollo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

HG: La aplicación de la cal con el cemento mejorara la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

HE1: La aplicación de la cal con el cemento reducirá el índice de plasticidad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José – Chichizu, Junín 2019.

HE2: La aplicación de la cal con el cemento mejorara la resistencia del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José – Chichizu, Junín 2019.

HE3: La aplicación de la cal con el cemento aumentara el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

OG: Determinar la estabilización de la sub rasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junín, 2019.

1.5.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar el índice de plasticidad del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San José-Chichizu, Junín, 2019.

OE2: Determinar la resistencia del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San José-Chichizu, Junín, 2019.

OE3: Determinar el óptimo contenido de humedad del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San José-Chichizu, Junín, 2019.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

En el Perú también se han desarrollado importantes investigaciones sobre el tema que nos ocupa, las cuales sirven de apoyo como fuentes de trabajo para la elaboración de la tesis presente. A continuación, se presentan algunos de ellos:

(Ventura & Alarcón, 2018). En su tesis titulada **“Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018”**, para adquirir el título de Ingeniero civil con relación en diseño de infraestructura vial de la Universidad Cesar Vallejo, donde su objetivo general fue mejorar la capacidad portante de los suelos arcillosos aplicando cemento y con-aid para la estabilización de la sub rasante, con la intención de estabilizar mejor el suelo, llegó a la conclusión que la aplicación de cemento y aditivo Con-Aid mejora la estabilización de la subrasante del camino vecinal Ruta N° PA-701, Pasco. Lo cual se respalda en el procedimiento realizado para el mejoramiento y estabilización de la subrasante de suelos arcillosos mediante la mezcla de cemento y Aditivo Con-Aid, aplicado en el tramo del camino vecinal Ruta PA-701 del distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, Región de Pasco; basándose en los criterios establecidos por el manual de carreteras sección suelos y pavimentos del Ministerios de Transportes y Comunicaciones del año 2014, así como del autor De la Fuente Lavalle, manual técnico del aditivo CON-AID y sus usos; está señalado por la empresa TDM (tecnología de materiales), así como del autor Paz Bellido, y del propio Con-Aid S.A.C.

Palli, 2015 En la Tesis titulada **“Guía básica para la estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román”** de la Universidad Nacional de Altiplano a fin de adquirir el título de Ingeniero Civil, tuvo como objetivo principal determinar la influencia de la estabilización de suelos con cal en las propiedades mecánicas (CBR) y elaborar una guía básica para obtener la estabilización de suelos en caminos de baja velocidad en la provincia de San Román. Su investigación es de Tipo Experimental

de modo que se puede manipular de forma intencional con una acción para analizar sus posibles resultados, llegando así a la conclusión que al adicionar cal los suelos de San Román se mejora razonablemente la resistencia (CBR) hasta un 100% del valor del suelo convencional.

Rodríguez y Silva,2019 en su tesis titulada **“Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, ara el centro poblado alto Trujillo , el porvenir-La Libertad”** para la obtención del título de Ingeniero Civil de la Universidad privada de Antenor Orrego, tiene como objetivo principal estabilizar el suelo y mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural en la Sub-base Granular de la vía afirmada en el centro poblado el alto Trujillo, en el distrito el porvenir, con el fin de comprobar el comportamiento que tiene la Sub-base Granular agregando cemento portland tipo I más cal hidratada. Llegando a la conclusión que para llegar a la estabilización del suelo se aplicó una proporción de: 30% de cemento portland tipo I y un 70% de cal hidratada. Esto se usa por cada 20m² una bolsa de cemento, también se obtuvo que el suelo que se está estabilizando con cemento portland tipo I, más cal hidratada mejorara las características físicas y mecánicas iniciales del suelo mejorando un 29.5 % la capacidad de soporte en el suelo.

(Velarde, 2015), en tu tesis titulada **“Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento”** para adquirir el título de Ingeniero civil de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. Tuvo como objetivo principal diagnosticar la máx. resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento aplicando la metodología de superficie de respuesta. De lo cual se concluyó de que si existe la posibilidad de incluir la metodología de superficie de respuesta (MSR) en la estabilización de los suelos arcillosos ,aplicando la cal y el cemento ,ya que se obtuvo las resistencias que excede extensamente a la de los suelos no estabilizados. Los resultados que se obtuvieron de la investigación fueron convencedores, puesto que la región propuesta como viable para poder instaurar los porcentajes óptimos de la cal y el cemento, se logró adquirir los valores de la resistencia a la compresión simple. El

coeficiente de determinación es aceptable en los puntos de trabajo de Huaje Salcedo ($R^2 > 0.50$), cosa que lo mismo no está ocurriendo en el caso del Estadio universitario UNA-PUNO ($R^2 < 0.50$) lo que nos lleva a la conclusión inicial que se puede modificar la región de estudio para obtener los porcentajes óptimos de cal y cemento, pero según el RNE en la norma CE-020 que nos habla sobre Estabilización de suelos y taludes recomienda que no se debe excederse el 8% de cal en el suelo ya que aumenta la resistencia pero también la plasticidad.

(Llique, 2018), en su tesis titulada **“Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización de la sub rasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina”** para obtener el título de Ingeniero civil. Universidad Nacional de Cajamarca-Perú. Su objetivo general es Determinar la influencia del cemento Portland tipo I en la consolidación del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. La influencia que tuvo la implementación del cemento Portland Tipo I sobre la consolidación del suelo a nivel de la subrasante localizada en el sector de La Molina, tuvo como resultado la reducción de su índice de contracción, así mismo del índice de plasticidad y el aumento de su CBR. En cuanto al suelo arcilloso más perjudicial se llegó a obtener un índice de plasticidad de 44% lo cual indica que se trató de un suelo con una alta plasticidad. Su índice de contracción fue de 27%, lo que se sugirió es que el suelo estaba sujeto a enormes cambios volumétricos. Asimismo, su índice CBR fue de 1.30% al 95%DSM, lo que correspondió a un suelo de sub rasante no adecuada. El índice de plasticidad del suelo arcilloso más perjudicial se redujo a un 36,23 y un 15% teniendo la adición del cemento Portland Tipo I en porcentajes de 1%, 3 y 5% respectivamente, lo que significó es que el suelo aún era de plasticidad media.

(Juan de Dios, 2018), en su tesis titulada **“Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral – San Juan de Lurigancho”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad privada Cesar Vallejo Lima-Perú. Tuvo como objetivo general analizar las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos en la avenida Cantoral de San Juan de Lurigancho. Concluyendo que su clasificación según SUCS, es un suelo arenoso arcilloso y según AASHTO se clasifica en el grupo A-2-6, suelos con baja

capacidad de carga. Así mismo afirma que las cifras obtenidas de los ensayos CBR sirven como comparación sobre los resultados que se puede alcanzar al aumentar cada porcentaje de cal hidratada. Además, este aumenta la resistencia de la sub rasante, eleva su densidad máxima seca y baja su índice de plasticidad; obteniendo de esa manera un suelo mejorado y óptimo para soportar cargas de agentes externos. En su investigación se agregó más del 8% de cal, a pesar de ello su siguió aumentando su valor sin causar alteraciones que puedan dañar el suelo.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

En años anteriores se han desarrollado investigaciones importantes en cuanto al tema que nos ocupa, las cuales fueron utilizadas como fuentes de trabajo para la elaboración del presente proyecto. A continuación, se presentan algunos de ellos:

(Sánchez, 2014), en su tesis **“Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical Tosagua Provincia de Manabí”**, estableció como objetivo general estabilizar el suelo expansivo del sector Calcical del Cantón Tosagua, por medio de la aplicación de cal y cemento, con la finalidad de reducir su potencial de expansión. Llego a la conclusión que la clasificación del suelo según SUCS corresponde a un suelo altamente plástico (CH) y según AASHTO se clasifica en el grupo (A-7-6), es decir arcillas plásticas; de la misma manera afirma que; con el 9% de cemento logro obtener un menor valor en el IP, reduciendo a un 36% respecto al estado natural, aumentando el LL en un 8% y el LP se incrementa en un 61%. De igual manera nos dice que, con el 3% de cemento logro reducir el % de hinchamiento en un 57%, y con el 5% de cemento redujo en un 74%, y con el 7% logro una disminución de 87%.

(Hidalgo,2016) en su tesis titulada **“Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelos con enzimas orgánicas y cementos ,aplicado a suelos arcillosos de sub rasante”** para adquirir el título Ingeniero civil de la Universidad técnica de Ambato, de Colombia tiene como objetivo definir los procesos de estabilización de suelos con enzimas orgánicas y cemento aplicado para suelos arcillosos de sub-rasante , definen que para obtener sus

muestra realizaron calicatas en la ciudad de Puyo y Pastaza, la cual la técnica a utilizar fue la observación ya que nos indican que el suelo era de color anaranjado-rojizo, continuación a ello se llevaron las muestras a los laboratorios para realizarles los ensayos de granulometría y límites de Atterberg, llegando a la conclusión que para la aplicación de estos sistemas de estabilización en campo, se tiene que tomar los resultados obtenidos en el ensayo de C.B.R., Es así que se toma la aplicación de enzimas orgánicas, de acuerdo al beneficio que pueda obtener una subrasante, debido al mejoramiento obtenido en suelos arcillosos de color anaranjado-rojizo, por la muestra #1, nos demuestra que al ser este un agente estabilizador compatible con el medio ambiente se prefiere por la aplicación de cemento como estabilizante de un suelo arcilloso, siendo un componente más económico.

(Guevara y Rivera, 2014) En la Tesis titulada **“Estudio de la durabilidad en la estabilización de suelos arcillosos con cal”** de la Universidad Industrial de Santander -Colombia tiene como objetivo principal Analizar la evolución del comportamiento y las propiedades mecánicas de un suelo estabilizado con cal, la metodología tiene como propósito similar las condiciones en las que el suelo en su estado natural se expone y estudiar la durabilidad de la estabilización con cal, llegando así a la conclusión que los resultados de la investigación dan a conocer que los fenómenos de flujo de agua subterráneo pueden dañar gravemente la estabilización de suelo con cal, la diferencia de los 2 arcillas ensayadas nos indican que la formulación de estabilización con cal se tiene que complementar con estudios de durabilidad.

(Gavilanes, 2015). En la tesis titulada **“Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Colinas del Sur”** para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Internacional del Ecuador, Teniendo como objetivo general Examinar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de la transformación y consolidación del suelo en la zona de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur utilizando adiciones de cal y cemento en distintos porcentajes para definir la consolidación de plasticidad del material de sub-rasante en la vial, la metodología

empleada experimental y documental, para la cual la población fue el sector de Santos Pamba barrio Colinas del Sur, la muestra fueron estudiadas en dos puntos distintos de la calle situándose una muestra a la mitad de la longitud del centro del camino en la abscisa 0+050, y la segunda muestra a la segunda mitad de la vía en la abscisa 0+150 y concluyo: a) La calle en estudio, tiene como material de subrasante un suelo de tipo limo arenoso, con pómez y de color café claro, por lo cual, siguiendo las normas internacionales de estabilización de suelos y a partir de los ensayos de laboratorio realizados, se ha recomendado efectuar una estabilización con cemento, b) El índice de plasticidad para cada tipo de suelo estabilizado con cemento disminuye, en relación al suelo natural, c) El uso de cemento para estabilizar el suelo es ventajoso, ya que al dimensionar la estructura de rodadura, se logra disminuir el espesor de la estructura de rodadura ya sea hormigón rígido o asfalto, en relación a su estado natural. En este aspecto constructivo esto nos favorece en una disminución de los costos de construcción.

GARZÓN, E, SÁNCHEZ,P Y RAIGÓN,M. “Efectos de la compactación y estabilización con cemento y cal en las propiedades mecánicas de filitas”, 2006. Este artículo tuvo como objetivo ver los efectos de la cal y el cemento en la capacidad portante del suelo. Se realizaron los siguientes ensayos: El peso específico, textura y límites de Atterberg, grado de Compactación y CBR. Los resultados obtenidos en laboratorio fueron que la adición de cal y cemento produce importantes incrementos en la capacidad portante del suelo, considerándose a ambos aditivos como adecuados para estabilizar un suelo. Sin embargo al añadir un 3% de cal el valor del índice C.B.R. a un 95% del P.M. no da 19.6 pudiéndose considerar según 6.1-IC “Secciones de firme” como adecuado para la constitución de explanadas. Un aumento de la concentración de cal lleva acarreado ligeros incrementos en el valor del índice C.B.R. A pesar de que al adicionar el cemento también se llegaron a conseguir buenos resultados, estos presentan una mayor variabilidad. Al adicionar el cemento con un porcentaje de 5% el suelo demostró un índice de C.B.R. de 15.0 al 95% del p.m., valor inferior a 20 que es el requerido para que el suelo pueda ser utilizado para la constitución de explanadas. Así mismo la adición de un 7 o un 9% se lograría alcanzar los requisitos fijados, no obstante, con la adición de un 9% el índice C.B.R. disminuye con respecto al 7% de cemento,

lo cual, induce a pensar que concentraciones superiores al 7% de cemento resultan inadecuadas para la estabilización de suelos filitas.

(Nadal). “**El suelo estabilizado, material de construcción**”. Este artículo tiene como objetivo darnos a conocer los beneficios que tiene la cal para la estabilización de los suelos. En conclusión nos dice que:

1° El resultado que se obtiene de la cal en un suelo arcilloso es que lo vuelve aún más friable, lo que le confiere propiedades que de cierta manera le corresponden a los suelos limosos e incluso podemos decir que a los suelos granulares.

2° Disminuye la plasticidad de los suelo

3° Beneficia en el proceso de secado de los suelos que son muy húmedos.

4° Beneficia en el proceso de compactación de los suelos que tienen humedades naturales demasiado altas.

5° Aumenta la estabilidad que tiene el suelo a consecuencia de las continuas lluvias.

6° Aumenta la resistencia que tiene el suelo frente al esfuerzo cortante y a la compresión.

7° Disminuye la influencia perjudicial de la materia orgánica.

2.2. Teorías relacionadas al tema

2.2.1. Definición de carreteras

Según lo que nos indica el manual (MTC, 2018), es que “Una carretera tiende a ser una infraestructura que está habilitada para el tránsito de los vehículos, sea pavimentada o no. En la planificación vial, lo primordial es diseñar geográficamente, para que así la vía tenga velocidad, seguridad, eficacia y sea conciliable con el medio ambiente”.

Como nos explica el texto anterior una carretera está diseñada para el uso de todos; es decir es de uso público, esta se diferencia de un camino ya que es solo para el tránsito de vehículos, ya sean livianos o pesados.

Una carretera brinda la facilidad de unir pueblos y movilizar mercadería (alimentos, muebles, materiales de construcción, etc.), brindando así una mejoría para los pobladores, y la economía.

2.2.2. Clasificación de Carreteras

Según lo que nos indica El manual (MTC,2018) es que “La categorización de las redes viales , se organiza en base a distintos elementos prácticos de diferentes zonas del territorio, que conceden en dar definición notoriamente a el tipo y clase de vía establecida , permitiendo el uso de propiedades adecuadas según la jerarquía de la carretera en estudio.”

- Autopistas de primer orden, IMD mayor a 6000 veh. x día.
- Autopistas de segundo orden, IMD mayor a 6000 y 4001 veh. x día.
- Carreteras de primer orden, IMD de 4000 y 2001 veh x dia.
- Carreteras de segundo orden, IMD de 2000 y 400 veh x dia.
- Carreteras de tercer orden, IMD menores a 400 veh x dia.
- Trocha carrozable, IMD menor a 200 veh x dia.

2.2.2.1. Tipos de carreteras

Existen dos tipos de carreteras según la norma peruana, carreteras pavimentadas y las carreteras no pavimentadas.

2.2.2.1.1. Carreteras no pavimentadas

Según Pautas Metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras “MEF”(2015), nos indica que “El manual define carreteras no pavimentadas

aquellas que cuenten en su capa superior un revestimiento granular, lo que mayormente se observan en carreteras con bajo volumen de tránsito. (pag.29)

Características de una carretera no pavimentada

- 1.- son caminos que están conformado por suelo natural.
- 2.- caminos conformados por una capa de revestimiento con material natural d seleccionado de 75mm máx. de tamaño.
- 3.- caminos conformados por una capa de revestimiento con material de cantera, generalmente compuesta por piedra, arena y finos o arcillas de 25mm máx. de tamaño.
- 4.- caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizado con materiales industriales.

2.2.2.1.2. Carreteras pavimentadas.

Según (MEF,2015), nos indica que “El manual indica que las carreteras pavimentadas, a los pavimentos flexible, rígidos y semirrígidos.(pag.29)

Características de una carretera pavimentada

- 1.-Pavimento flexible.- Está compuesto por capas granulares y una superficie de rodadura.
- 2.- Pavimento semirrígidos.- Conformados por capas de asfalto
- 3.- Pavimento Rígidos.- Conformado por losa de concreto de cemento hidráulico.

2.2.3. Sub rasante

Según el manual (MTC; 2014) nos muestra que “las características de la sub rasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR.”(pág. 247).

Tabla 1: Categorías de Sub rasante

Categorías de la sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante inadecuada	CBR < 3 %
S1 : Sub rasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR <6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR <20%
S4 : Suba rasante Muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Transportes y Comunicaciones (2014)

2.2.4. Estabilización de la sub rasante

“Una estabilización de suelos está definida como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo mediante procedimientos mecánicos o una incorporación de productos químicos, naturales o sintético [...]” (Manual de Transportes y comunicaciones, 2014, pag.92).

2.2.4.1. El suelo

La geología nos aporta valiosos datos que nos ayuda como punto de partida a la ingeniería civil. Conocer sobre qué suelo se va a realizar una edificación es fundamental para toda obra.

Según Sanz (1975) nos indica que “Los suelos están definidos como aglomerados de partículas procedente de la descomposición de las rocas debido a la erosión:

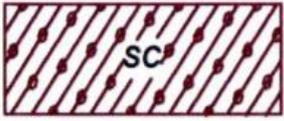
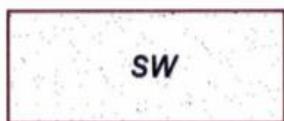
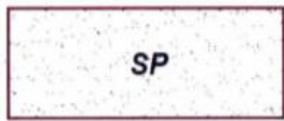
Lo cual se encuentran constituidos por elementos están respectivamente pequeños y no homogéneos .Una arena, arcilla o grava se considera desde el punto de vista geológico, como roca mientras que la geotecnia lo encuadra dentro del concepto de suelo”. (pag.2).

Para Crespo (2004)” Varios de los ingenieros civiles, brindan como concepto que el suelo es un conjunto de partículas minerales, estos se basa a los producto de la desintegración mecánica o de la descomposición química de rocas preexistentes”. (pag.18).

2.2.4.2. Clasificación de los suelos

Según el MTC (2014) nos dice que “Los suelos hallados tendrán que ser detallados y categorizados según a la metodología brindada en la construcción de vías, cuya categorización o clasificación se denominara obligatoriamente según AASHTO y SUCS, se utilizaran los signos convencionales”.(pag.29).

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

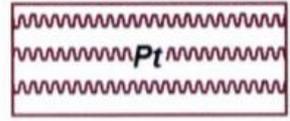
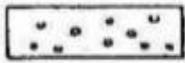
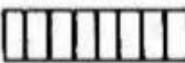
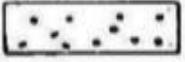
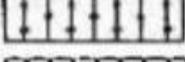
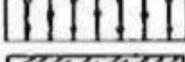
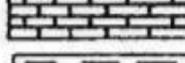
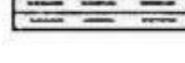
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Imagen 1: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación SUCS (MTC, 2014, pág. 30)

Cuadro 4.3
Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO

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 ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

Imagen 2: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas - Clasificación AASHTO

2.2.5. Granulometría del suelo

Se puede denominar granulometría a la división de los diferentes tamaños de las partículas que tiene el suelo.

Según Hernández, rico y del Castillo (2002) sostiene que “ Se puede definir que la distribución granulométrica es la división de diferentes dimensiones de las partículas de los suelos, ya que estos pueden contener diversos componentes combinados, cada particular puede ser caracterizado por sus dimensiones, y estas dimensiones están reglamentadas para definir su clasificación por medio de valores mínimos y máximos. En suelos que contienen limos, gravas y arenas con simple angulosidad que poseen los granos de este suelo, obviamente los análisis que se realizan por el uso de mallas reglamentadas no tienen la posibilidad de darnos información acerca de los ya mencionados aspecto, no obstante pueden llegar una referencia sobre sus distribución granulométrica”(pag.24)

Según Crespo (2005) afirma que “El análisis Granulométrico se relaciona a la determinación de la cantidad en porcentajes de los diferentes tamaños de las partículas que constituyen en suelo”.(pag.46)

Crespo (2005) afirma que “El método más popular es el Allen Hazen, quien dio a conocer que la permeabilidad de las arenas sueltas para filtros dependen de dos cantidades que son conocidas como diámetro efectivo (D10) y el coeficiente de uniformidad(Cu).”(pag.51)

Este tipo de análisis se basa en dispersar y ordenar uniformemente las dimensiones de los granos de la muestra de suelo. A su vez este tipo de ensayo nos dará conocer ciertas propiedades de los suelos en especial de los gruesos.

Según el MTC (2014) nos dice que “La granulometría representa a la distribución de los tamaños que posee cada agregado mediante el tamizado según las especificaciones técnicas (Ensayo MTC E107). De lo cual se puede estimar, con una máxima o mínima aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño”(, pag.30).

Tabla 2: Clasificación de suelos según cada tamaño de partículas.

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Transportes y Comunicaciones (2014)

Límite de Atterberg

Según Sanz (1975) nos indica que “El límite de Atterberg es un ensayo que determina la plasticidad de un tipo de suelo, Y también se encuentra el grado de humedad con el cual reacciona el suelo en su comportamiento líquido y plástico, dentro de ello se comienza el proceso de diferencias entre el estado líquido y estado plástico para observar el índice de plasticidad, que determina si la plasticidad es estable o inestable.”(pag.36)

Según Crespo (2005)afirma que “El limite de Atterberg nos brinda la plasticidad de un suelo, que mediante ello se dividió los cuatros estados de consistencia de suelos coherentes.(pag.69).

Plasticidad

Crespo (2005) dice que “ La plasticidad es la propiedad que muestran los suelos de poder deformarse , hasta un cierto punto , sin romperse”:(pag.69)

Crespo (2005) dice que “El índice que Plasticidad de un suelo se da mediante la diferencia de valores del Límite líquido (L.L.)y el límite plástico(L.P.)”(pag.69)

Crespo(2005) dice que “Cuando un suelo cuenta con un I.P es igual a 0 es un suelo no plástico , cuando el I.P es menor a 7 es de baja plasticidad , cuando está entre 7 y 17 se conoce como medianamente plástico, y cuando es mayor a 17 se dice que es altamente plástico”:(pag.69)

Limite líquido

Según el MTC (2016) nos dice que “Límite liquido se le denomina al contenido de humedad, la cual se expresa en porcentajes (%), donde encontramos al suelo en dos estados, estado líquido y estado plástico”. (pag.31).

Sanz(1978)afirma “El Límite líquido se determina con el uso del aparato llamado Casagrande que está conformado por una copa metálica de tamaño pequeño unida a un chasis mediante una excéntrica”.(pag 36).

Warren (1975) nos indica que “Se conoce al límite líquido al límite superior de plasticidad, básicamente es cuando un suelo es demasiado húmedo que se comporta como un fluido”.(pag.71)

Crespo (2005) asegura que “Límite líquido se conoce como el contenido de humedad representado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra del suelo.(pag70).

Límite Plástico:

Warren (1975) nos indica que “Se conoce al límite plástico al límite inferior de plasticidad, básicamente es cuando un suelo no puede deformarse sin que se desmenuce”.(pag.71)

Según Sanz (1975) nos dice” El Límite Plástico es la humedad que permite al suelo ser amasado sin deshacerse en moldes de 3 mm de diámetro”.(pag.37)

Proctor Modificado

Herráez & Moreno (2019) nos dice que “La compactación es el proceso mecánico que función es disminuir la proporción del volumen total de poros en un material.(pag.261).

Valero (1978) nos indica que “El proctor modificado es un ensayo que se puede encontrar la humedad requerida con el grado de humedad y ver la compactación del suelo mediante su peso volumétrico, que se encuentra dentro de un molde, se le llama a esto densidad relativa por volumen bajo una humedad requerida, para este ensayo se realiza una variedad de golpes que varían en 5 capas y que tienen que ver con las herramientas adecuadas para encontrar la densidad”. (pag.50)

Crespo(2005)nos indica que “ El ensayo de Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen del suelo que ha sido sometido a

compactación mediante un procedimiento definidos para distintos contenidos de humedad”.(pag 102).

C.B.R. (California Bearing Ratio).

Según Valero, (1978) nos indica que “Este ensayo tiene como destino estimar la capacidad de un suelo bajo las ruedas, quiere indicar que su aptitud puede soportar en una determinada estructura de la carretera las cargas de los vehículos.”(pag.50).

Herráez & Moreno(2019) nos dice que “El ensayo de CBR sirve de base al procedimiento comúnmente para dimensionar los espesores de los pavimentos, tratándose en realidad de una prueba de funcionamiento que se le hace al suelo saturado y compactado”.(pag.262).

Sanz(1978) nos indica que “ El C.B.R (California Bearing Ratio) está definida para estudiar y medir la resistencia mecánica del suelo”. (pag.52).

Sanz(1978) nos indica que”para el ensayo de C.B.R se utiliza el mismo molde que PROCTOR modificado , se coloca dentro de la muestra del terreno a estudiar humidificando hasta la humedad óptima , se procede a compactar dicha muestra de la misma forma que el proctor y se sumerge en el agua durante 4 días” .(pag37)

2.2.6. Estabilización de suelos

Según el MTC (2014) “La estabilización de suelos se describe como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo mediante procedimientos mecánicos e incorporando productos químicos, naturales o sintéticos [...]”.(pag.92)

Según Dal-Re (2001) nos indica “La estabilización de suelo tiene como fin dar una mejora a la estructura granular y a la sensibilidad al agua, en todo caso también puede ser ambas , con cualquier aplicación que modifique sus propiedades negativas (pag.89)

2.2.6.1 Criterio geotécnico para establecer la estabilización de suelo.

Según el MTC (2014) nos indica que “Se consideran como materiales aceptables para las capas de la sub rasante suelos con un C.B.R mayor o igual a 6% ,En caso de ser menor (sub rasante pobre o inadecuada)[...]” (pag.92).

En la siguiente imagen se muestra los criterios a tomar para poder establecer una estabilización de suelo.

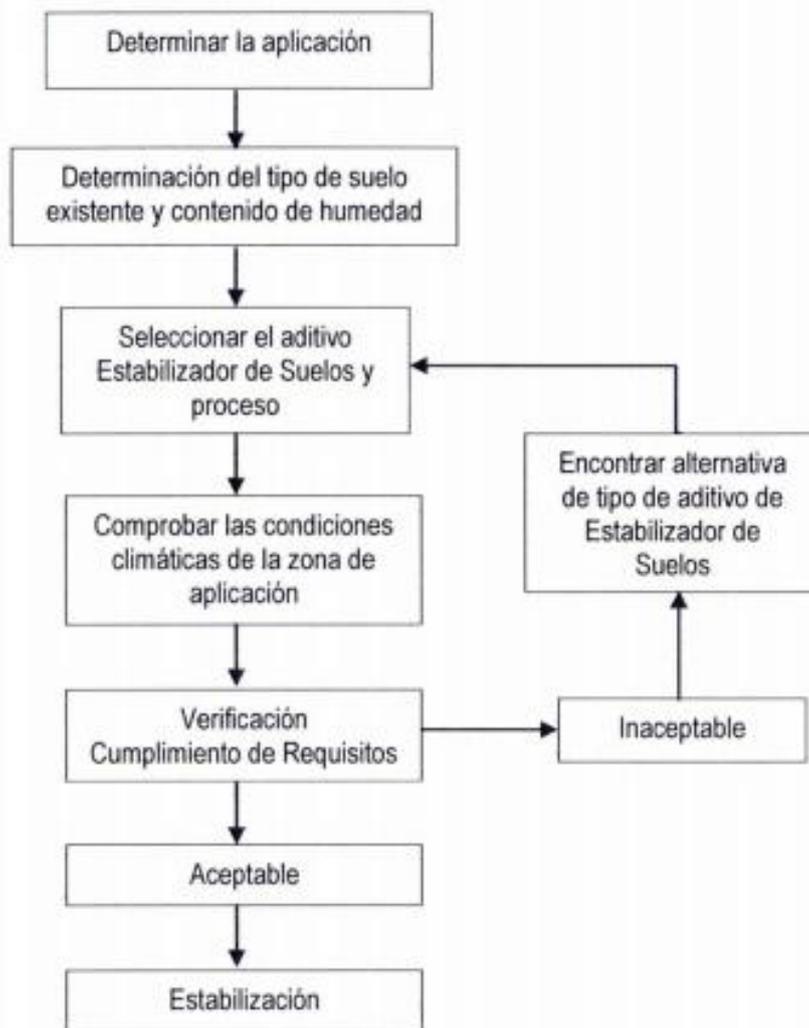


Imagen 3: Criterios para estabilización de suelos

2.2.6.2 Soporte en la estabilización de suelos

Según Montejo (2002) son indica que “La estabilización se basa en el progreso de las propiedades del suelo que contienen tenerse en cuenta por el ingeniero” (pag.77)

a) Resistencia

“Para poder optimizar las propiedades de un suelo normalmente se utiliza la estabilización mecánica y químicas importante dar a conocer las propiedades de los materiales orgánicos que presente el suelo el mismo que dificultan en tener estabilización adecuada de la subrasante”(Montejo,2002,pag.77).

b) Permeabilidad.

“Se puede determinar a un suelo permeable cuando esta muestra vacíos que lo permiten absorber el agua que están interconectados entre sí para que pueda pasar el agua fácilmente, sino sucederá esto; con espacios vacíos mínimos, entonces el suelo se vuelve impermeable. Mejorándose por medio de la compactación, según la estructura del suelo, cuanto el suelo sea más fino la permeabilidad será más lento (Montejo, 2002, pag.79)

2.2.6.3. Estabilización química de suelos

“Se refiere a utilizar tecnología ya estudiada, que se basa en la aplicación de un producto químico, el cual se debe mezclar homogéneamente con el suelo a tratar, para lograr mejorar sus propiedades” (Pérez, 2014, p.20).

2.2.7. Estabilización del suelo con cal y cemento

2.2.7.1 Estabilización de suelo con cemento

Para el MTC (2013) “Trata de la construcción de capas de suelos estabilizados con cemento Portland, conforme a lo que nos indican las especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.(pag.247).

Para el “Manual de carreteras” Suelos, geología, Geotecnia y Pavimento. (2014) “Esta se obtiene a partir de un suelo esparcido con cemento, agua y otros componentes, prosiguiendo de un proceso adecuado de compactación y curado”.

Propiedades:

- Proporción y tipo de suelo, cemento y agua.
- Procedimiento de Elaboración y/o Ejecución.
- Duración de mezcla y forma de curado.

Aquellos suelos apropiados que se pueden estabilizar utilizando el cemento son los granulares tipo A-1, A-2 y A-3, con la plasticidad baja o media ($LL < 40$ y $IP < 18$).

Nos dice que la resistencia del suelo-cemento crece con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al integrar el cemento a un suelo y ante de iniciar del fraguado, su IP disminuye, su límite de líquido varia, la densidad máxima, humedad optima aumenta (pág. 103).

Tabla 3: Rango de cemento requerido en la estabilización de suelos según AASHTO

Clasificación de suelos AASHTO	Rango de cemento requerido porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7- 12
A-5	8 – 13
A-6	9 – 15
A-7	10 -16

Fuente: Manual de Transportes y comunicaciones (2014)

2.2.7.1.1 El cemento

2.2.7.1.2 Definición natural

Es cualquier material aglomerante, aglutinante que cuenta con la capacidad de unir fragmentos de las propiedades físicas diferentes. Entre estos materiales tenemos a las calizas naturales calcinadas.

2.2.7.1.3. Definición de ingeniería:

El cemento es conocido por nombre de cemento Portland, lo que indica que es la mezcla de caliza y arcilla pulverizada en altas temperaturas, cuenta con una aplicación de yeso que a la hora de hacer un contacto el agua, esta desenrolla la capacidad de juntar fragmentos de grava y arena, para así formar un sólido o piedra artificial, la cual conocemos como concreto hidráulico.

2.2.7.2 Estabilización de suelo con cal

Según Arredondo, Giméne y Llamazares (1977) nos indica que “El uso de cal para la estabilización de suelos no es nuevo ni mucho menos .Puede considerarse a la cal como uno de los más antiguos materiales de construcción que el hombre conoció, aunque exactamente no se conozca su primer uso”. (pag.250).

Según el Manual de Carreteras, suelo, geotecnia y pavimento “MTC” (2013) nos indica que “El suelo-Cal se obtiene por una mezcla íntima del suelo, cal y del agua” (pág.101).

Para el Manual de estabilización de suelo con Cal (2204) “La estabilización del suelo cambia notoriamente las características del mismo creando así una resistencia y estabilidad a largo plazo, en forma estable, en particular en lo que se concierne a la acción del agua”(pag .10).

Dal-Re (2001) nos dice que “Conviene destacar que la proporción de cal no debe bajar de 3% en peso ni superar el 8% . Un exceso de este aditivo en la mezcla con el suelo no solo no mejora , sino que le hace perder su calidad (pag.110)

Dal-Re (2001) nos define que “Es una mezcla del suelo arcillosos, cal y agua que , convenientemente compactada , se utiliza para la construcción de capas estabilizadas en los caminos rurales(pag.109)

Según el MTC (2013) nos indica que “La cal que se use para la construcción de suelo-cal puede ser cal viva ó cal hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-216 ó ASTM C-977.” (pag.262).

El MTC resume que las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal son las siguientes:

- I. nos indica la disminución del I.P , debido a una disminución del L.L y un aumento del L.P
- II. La disminución aceptable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- III. La obtención del material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- IV. La cal tiene la función de secar suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- V. Disminución importante del potencial lo que acelera su compactación.
- VI. Disminución importante del potencial de contratación y del potencial de hinchamiento
- VII. incremento de la capacidad portante del suelo(CBR)

Según las experiencias americanas se ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en lo siguiente:

- a. Materiales compuestos por mezclas de gravas y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2% a 4% de cal en peso.
- b. Suelos altamente arcillosos para poder usarlos como una capa granular superficial (5 a 10 % de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

2.2.7.2.1 La cal

La cal se produce a partir de la calcinación de las rocas calizas a temperaturas altas que van desde los 880° y 900|, y está constituido principalmente por oxido de calcio (CaO) y otros componentes

Según el Manual de Estabilización de suelo tratado con cal (2004): “La cal más utilizada para el tratamiento de suelos es la cal alta en calcio, que contiene un máximo de 5% de óxido o hidróxido de magnesio. Sin embargo, en algunas ocasiones se utiliza cal dolomítica. La cal dolomítica contiene de 35 a 46% de óxido o hidróxido de magnesio. Con la cal dolomítica se puede lograr la estabilización, aunque la fracción de magnesio reacciona más lentamente que la fracción de calcio” (pág. 6).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según, Ibáñez “La investigación aplicada procura dar soluciones de una forma prácticas a los problemas concretos, y no procura desarrollar teorías o principios”(2017,pag.42)

Es aplicada, porque de acuerdo con Ander-Egg(Hernández,2012) Considera que es el tipo de investigación donde el problema está definido y es acreditado por el investigador, por lo que se maneja el estudio para brindar las respuestas a las interrogantes específicas.

Así también es de enfoque cuantitativo debido a que “El enfoque dentro del punto de vista cuantitativo se basa en técnicas y métodos de medición tanto en la recopilación de datos como en su análisis para poder determinar o responder a las hipótesis propuestas en la investigación. Este tipo de investigación es de suma importancia y riguroso y es una opción importante para alcanzar la verdad y descubrir nuevo conocimiento científico.”(Ñaupas,2014,pág.97)

3.1.2. Diseño de investigación

Es de diseño experimental. Porque según lo que nos indica: (Arias, 2012), Esta "investigación experimental es un mecanismo que radica en imponer una acción a una cosa o conjunto de personas, donde el investigador manipula una variable a determinadas condiciones (variable independiente) y determina las reacciones que se originan (variable dependiente)".

Según Hernández, Fernández & Baptista (1991) nos dice que, “Los diseños **cuasiexperimentales** manipulan liberalmete al menos una variable independiente para observar su efecto y relación con más de una variables dependientes, solamente difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia de los grupos”.

3.1.3. Nivel de investigación

Según Sampieri, y otros, (1994) nos indican que “Los estudios de nivel explicativos van más allá de definiciones o fenómenos o del establecimiento de las relaciones entre definiciones; lo que quiere demostrar es que están diseñados a responder por los procesos de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su mismo nombre lo dice, su meta se concentra en explicar lo que ocurre con fenómeno y en qué posición se manifiesta o porque dos o más variables se relacionan”.(pag.74)

3.2. Variable y operacionalización

Hernández, Fernández, & Baptista,(2014) nos define que “La variable es una cualidad que puede modificar un concepto cuya variación esté dispuesta a contarse u observarse”.(pag.105).

En nuestra investigación trabajamos con las siguientes variables:

- Variable dependiente : Estabilización de la Subrasante
- Variable independiente : Cal y cemento

Tabla 4: Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
INDEPENDIENTE	CAL CON CEMENTO	Segun el MTC (2013) nos indica que “El suelo-Cal se obtiene por una mezcla íntima del suelo, cal y del agua. Para el “Manual de carreteras” Suelos, geología, Geotecnia y Pavimento. (2014) “Esta se obtiene a partir de un suelo esparcido con cemento, agua y otros componentes, prosiguiendo de un proceso adecuado de compactación y curado”.	Con la muestra proveniente del tramo a investigar se obtendrá los ensayos en laboratorio, donde se adicionara porcentajes (%) de cal con cemento, a fin de mejorar las propiedades físicas del suelo tipo arcilloso.	CAL	Propiedades físicas	Plasticidad Finura Dureza
					Propiedades químicas	Fraguado Cálculos Contenido en oxido de Calcio
					Dosificación de la cal hidratada	Porcentaje de 3%, 5% y 7%
				CEMENTO	Propiedades físicas	Finura Falso fraguado Resistencia mecánica Calor de hidratación
					Propiedades químicas	Módulo fundente Perdida por calcinación Residuo insoluble
					Dosificación del cemento	Porcentaje de 10%, 13% y 16%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DEPENDIENTE	ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE	MTC,2014"Estabilizacion es un mejoramiento a cada propiedad física del suelo, las cuales pueden ser naturales, químicos o sintéticos" De igual manera el MTC,2008 nos indica "La sub rasante es una capa superficial del terreno en el cual su capacidad de soporte(CBR) en disposición de servicios conforman las variables básicas para obtener el diseño de afirmado, que se superpondrá encima"	El procedimiento que se va a utilizar para la estabilización de suelo a nivel de la sub rasante nos brindara la capacidad portante del suelo mejorado (CBR) para asi poder reducir su indice de plasticidad y mejorar su densidad.	Índice de plasticidad	ficha de límite de Atterberg
				Resistencia	fichas de california bearing ratio
				Máxima densidad seca	fichas de Proctor modificado

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Carrasco(2006), considera que “Cuando se habla de población se refiere a un conjunto que abarca a todos los individuos o elementos que se encuentran dentro del espacio donde se va a llevar a cabo un trabajo de investigación” (pág.167).

Según Calderón & Alzamora (2010) considera que “Llamamos población a un conjunto de cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual son el motivo de una investigación científica” (pag.47).

En esta oportunidad para nuestro proyecto de investigación se tendrá el tramo de la carretera no pavimentada que está ubicada en el :

Lugar : San José- Chichizu

Distrito : San Luis de Shuaro

Provincia : Chanchamayo

Departamento: Junín

Longitud : 9.00 km

Según Calderón & Alzamora (2010) considera que “Llamamos población a un conjunto de cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual son el motivo de una investigación científica” (pag.47).

Se definió como población entre el km. 02+000 al km. 08+000 (6000m) del tramo de san jose a chichizu el cual tiene una longitud de km 09+000

3.3.2. Muestra

Ñaupas (2014) sostiene que “La muestra es definida por el subconjunto o parte de la población que se haya seleccionado, este subconjunto tiene rangos representativos que se pueden representar a la población”.(pág.246).

Por la magnitud del tramo de San José - Chichizu, las investigadoras decidimos realizar la muestra entre los km 02+000 al km.08+000 .Basándonos en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos (MTC.2014) , en donde nos indican que se debe realizar 01 muestra o calicata por cada km , a una hondura de 1.50 metros en relación al nivel de la sub rasante para caminos de menor volumen de tránsito de IMD menor o igual a 200 veh/dia. Por ello decidimos realizar 03 calicata en el km 02+500, km 05+500 y km 08+500

3.3.3. Tipo de Muestreo

Según Mata (2007) nos dice que El muestreo es el paso metódico que se realiza para seleccionar los mecanismos de la muestra total de la población (pag.19).

El muestreo es de tipo no probabilístico porque en la investigación realizada se está estableciendo el número de muestra para los ensayos.

Procedimiento experimental.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Según los que nos indica Valderrama (2007) “Las técnicas a utilizar al recolectar los datos ,tienen que ser diversas para poder obtener buena información. Una de las técnicas más apropiadas para la selección de dato es la observación directa (pág.53).

El método a utilizar para nuestra muestra es la observación directa en campo percibiendo la realidad en la que se encuentra la vía.

Según Abril nos da a conocer que “La información tiene que estar registrada de una manera experta .Ya que todo lo que se llegue a ser observado se debe registrar de manera inmediata. Para poder conseguir esto, el observador tiene que hacer uso de su registro, ficha, libreta y otras herramientas que faciliten la conservación de la información y los datos registrados de las observaciones ,estas deben ser comprobadas por terceros mediante comparativos(controles).(pág. 12).

El primer paso que se realizó fue identificar la vía que se está investigando (tramo de San ose -Chichizu), realizando un recorrido de reconocimiento visual , con el fin de reconocer su estado físico y los puntos vulnerables , la cual sería nuestro material a investigar.

Del recorrido se apreció que la vía se encuentra en estado regular o malo , el tipo de suelo representada en un suelo arcillosos , se decidió por las investigadoras tomar el tramo a investigar , por ser una zona vulnerable , siendo esta el km 02+500 entre las progresivas del km 02+000 al km.03+000 con un ancho de calzada de 3.5 m (un solo carril) , En donde se realizó una calicata con una profundidad de 1.50m, según lo que nos indica el Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos (MTC,2014) pag. 31 cuadro N° 4.1 Titulada Numero de calicatas para exploración de suelos.

3.4.2. Instrumentos

Lo que nos indica Sabino (1992) es que “Los instrumentos para conseguir antecedentes vendrían a ser aquellas técnicas que puedan servir al investigador para que así evalúa los fenómenos y obtener información de esto”(pág.49).

Según Schiffman & Kanuk nos indica que “Los instrumentos pueden definir como guía para los análisis, en el caso de los datos cualitativos y para la recolección de datos incluyen una escala de actividades, las fichas de recolección de datos, inventarios personales y cuestionarios”(pág.36).

Para la investigación se llevara a cabo los ensayos de laboratorio usando protocolos mediante un juicio de expertos, mediante el manual MTC y las normativas existentes que nos indiquen como realizar estos ensayos.

3.4.3. Validez y confiabilidad

3.4.3.1 Validez

Según Hernández (2011,p.154), “ Nos dice que la validez de un instrumento se refiere al grado en que un instrumento realmente mide las variables que pretende medir”, además los categoriza en validez de contenido, validez de criterio, validez de constructo y validez de expertos.

Teniendo en cuenta la clasificación, para nuestro estudio solamente se considerará la validez de expertos.

Para medir la validez de constructo, según (Oseda ,2011,p.154), nos dice que se tomará en cuenta la siguiente ficha:

Grado	Denominación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy Valida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,00	Validez perfecta

Tabla 6: Validez (Herrera, 1998)

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos se realizó un cuestionario el cual tendrá el respaldo de 5 ingenieros colegiados y a su vez la aprobación del asesor.

3.4.3.2. Confiabilidad

Según Hernández (2014) nos menciona que “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetitiva al mismo individuo o objeto produce resultados iguales” (p.200).

Intervalo	Clasificación
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1,00	Confiabilidad perfecta

Tabla 7: Confiabilidad. (Herrera, 1998)

Para la confiabilidad usamos cálculos matemáticos con ayuda del software Microsoft Excel, con la cual validamos los instrumentos de recolección de datos con el alfa de cronbach.

Tabla 8: Alfa de Cronbach

JUECES	ÍTEMS										TOTAL FILA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
JUEZ 1	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	48
JUEZ 2	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	37
JUEZ 3	4	4	4	4	3	2	4	3	3	5	36
JUEZ 4	4	4	4	4	2	4	3	3	3	4	35
JUEZ 5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	47
Total columna	22.00	22.00	22.00	22.00	17.00	17.00	19.00	19.00	20.00	23.00	203.00
Promedio	4.40	4.40	4.40	4.40	3.40	3.40	3.80	3.80	4.00	4.60	40.60
Desv. Standard	0.55	0.55	0.55	0.55	1.14	0.89	0.84	0.84	1.00	0.55	7.45

Fuente: Elaboración Propia.

$$\sum_i^2 =$$

7.45

$$\sum_t^2 =$$

40.30

K= 10

	=	$\left[\frac{K}{K-1} \right]$	$\left[\frac{i^2}{t} \right]$
	=	$\left[\frac{10}{10-1} \right]$	$\left[\frac{1}{1} \right]$
	=	0.91	

El alfa de Cronbach nos salió 0.91, con ello se puede interpretar que la confiabilidad es buena.

3.5. Procedimiento

En esta investigación se procedió a realizar tres calicatas en la zona de estudio de una hondura de 1.50 m en relación al nivel de la subrasante de la cual se extrajeron muestras para ser llevadas a un laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

Se realizó la compra correspondiente de los agregados para adquirir la estabilización de suelos las cuales fueron la cal y el cemento.

Una vez obtenida las muestras en el laboratorio se dio inició los ensayos de suelos con las muestras naturales, de esto se generaron 03 grupos patron (G.P.) , y a cada grupo se le añadió porcentajes (%) diferentes de cal de 3%,5% y 7% según lo que nos indica las norma MTC para obtener un suelo-cal se realizan ensayos específicos de límite plástico, límite líquido ,CBR, proctor modificado, obtenida ya el resultado se procede a realizar las siguientes ensayos pero adicionando a cada porcentaje de cal el 10, 13 y 16 % de cemento según lo que nos indica el MTC para los suelos A-7-6 para mejorar la estabilización a nivel de la sub rasante en suelos de tipos arcilloso.

Finalmente con el resultado obtenido de los ensayos de laboratorio, buscamos mejorar la resistencia del suelo (CBR) , disminuir el índice de plasticidad y evaluar

su contenido de humedad para la compactación del suelo, y esta pueda ser usada como sub rasante.

3.6. Método de análisis de datos

Hernández (2016) sostiene que el análisis de datos “Viene a ser aquella técnica con la cual de algo complicado se puede extraer varias características y dimensiones. El análisis nos dará el fraccionamiento de algo complejo, en partes que podamos analizar por separado y relacionarlas” (pág.34)

Para nuestro proyecto de investigación se realizó la recolección de datos de los ensayos realizados para la estabilización de la sub rasante, se procedió a la aplicación de los diferentes porcentajes de cal y cemento según lo que nos indica el manual (MTC).

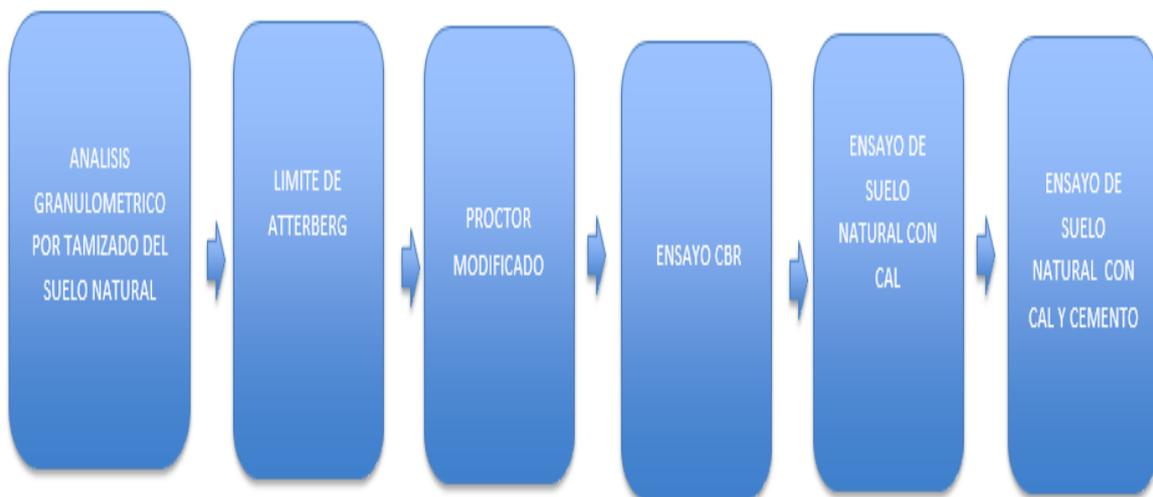


Imagen 4: Método de análisis de datos.

3.7 Aspectos éticos

La investigación fue realizada en base a los principios de la ética, donde el investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados obtenidos en el laboratorio en base a las muestras extraídas en el campo, así como la identidad de los participantes en el proceso de investigación.

Se aplicó la norma ISO 690 y 690-2 de la Universidad César Vallejo para la realización de citas y referencias de los libros, tesis, artículos científicos de manera que estén bien realizadas.

Los libros, artículos científicos, tesis, manuales fueron obtenidas de fuentes confiables como Google académico, Renati, entre otros.

Para el desarrollo del proyecto se emplearon las normativas técnicas peruanas.

IV .RESULTADOS

4.1 Ubicación geográfica

El área de investigación del presente proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Junín, provincia de Chanchamayo, distrito de San Luis de Shuaro.; teniendo como acceso desde la ciudad de Lima via terrestre por la carretera central hasta llegar al cruce con Reither y desde este punto hasta el Distrito de San Luis de Shuaro.

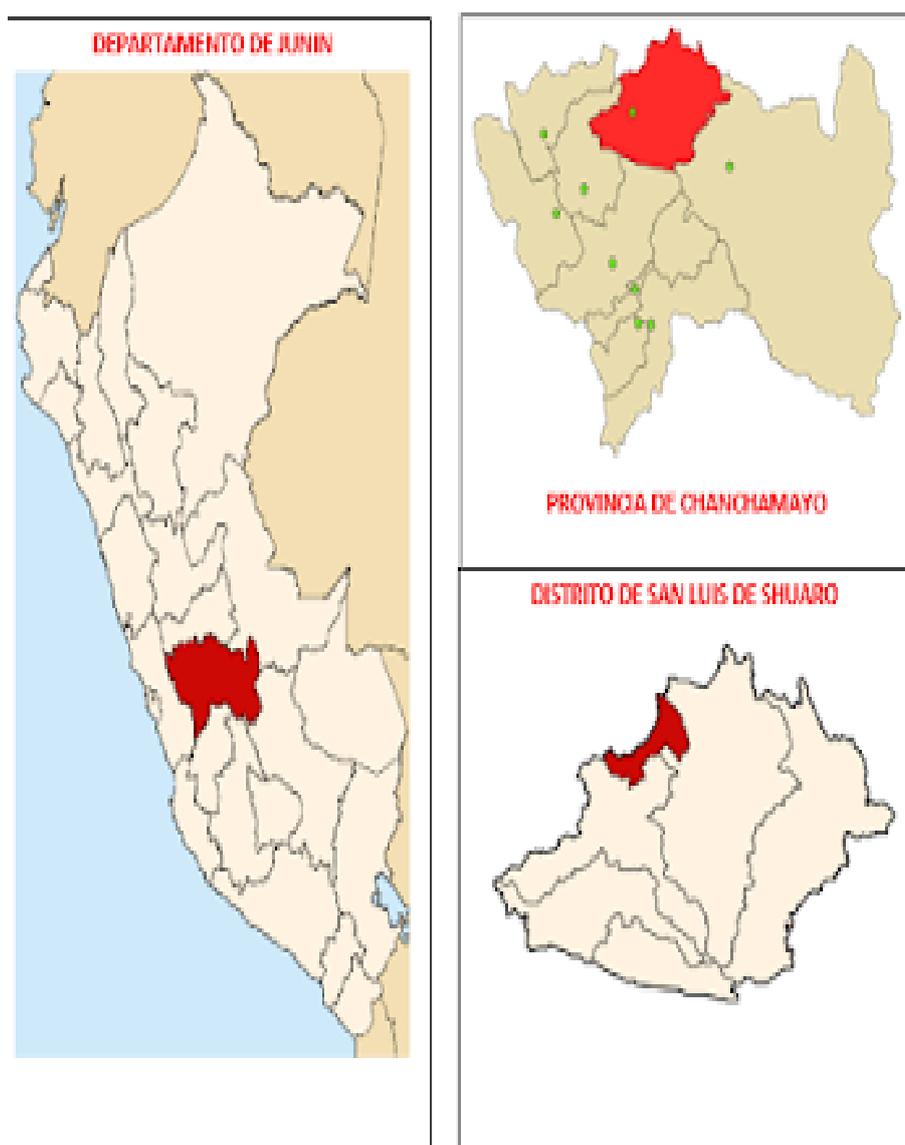


Imagen 5: Ubicación geográfica del proyecto



Imagen 6: Vista panorámica del Distrito de San Luis de Shuaro

4.2 Ubicación del tramo de investigación

El tramo a investigar corresponde a San José – Chichizu, este tramo tiene una longitud de 09+000 km, la rasante de la carretera se encuentra deteriorada a causa de las constantes lluvias, las cunetas se encuentran obstruidas por deslizamientos de masas de tierra y piedra, la superficie de rodadura presenta ahuellamientos, el ancho promedio de la calzada es de 3.5m.

El área a investigar está ubicado entre el km 02+000 al km 09+000 (07 km). A continuación se muestra el estado actual de la vía.



Imagen 7: Inicio del tramo de la carretera San José - Chichizú.



Imagen 8: Estado de la carretera km. 01+000.



Imagen 9: Vista panorámica de la carretera en el km. 02+000.



Imagen 10: Vista panorámica de la carretera en el km. 02 +500.



Imagen 11: Vista panorámica de la carretera en el km. 03+000.



Imagen 12: Vista panorámica de la carretera en el km. 06+000.



Imagen 13: Vista panorámica de la carretera en el km. 09+000.

4.3. Ubicación de la muestra

El lugar escogido para la extracción de las muestras fue en el km 02+500, km 05+500 y km 08+500 la cuál se obtuvo utilizando un GPS.



Imagen 14: Vista panorámica de la carretera en el km. 02+500

4.4. Extracción de la Muestra de suelo.

La muestras se extrajeron siguiendo las normas del manual de carreteras –sección suelos y pavimentos (MTC, 2014, pag 26), las cuales indican que para una carretera con bajo volumen de tránsito se tiene que realizar una calicata por kilómetro con una profundidad de 1.50 m.

Primeramente se identificó el lugar donde se va a realizar la calicata, la cual es el kilómetro 02+500, km 05+500 y 08+500 a continuación se procedió a realizar la excavación como nos indica el MTC a una profundidad de 1.50m respecto a la subrasante de la vía. Colocando las muestra en sacos, se selló la calicatas con la finalidad de evitar cualquier accidente en la zona. Para finalizar las muestras fueron transportadas a Lima al laboratorio de mecánica de suelos GEOSUR S.A.C.



Imagen 15: Vista de la carretera km. 02+500.



Imagen 16: Inicio de la calicata



Imagen 17: Proceso de excavación.



Imagen 18: Proceso de excavación de la Calicata.



Imagen 19: Vista de la Calicata



Imagen 20: Recolección de la muestra

4.3 Ensayo del suelo natural

Lo primero que se hizo fue realizar los ensayos de suelo natural en el laboratorio basándonos en la NORMA NTP 339.138(99), NTP 339.129 (99), ASTM D1883-07, ASTM D1557-07; una vez obtenido los resultados de las 03 calicatas, se procedió a realizar los ensayos de límite de Atterberg, CBR y Proctor modificado con la adición de la cal, los porcentajes a utilizar fueron de 3%, 5% y 7%; al mismo tiempo se realizaron los mismos ensayos del cemento con la dosificación del 10%, 13% y 16% a fin de obtener la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y para evaluar la calidad del terreno para sub rasante, las dosificaciones de la cal y el cemento se realizaron en base al tipo de material y según el manual de carreteras sección suelos y pavimentos del (MTC, 2014).

4.3.1 Análisis Granulométrico (ASTM D422)

El objetivo de este análisis es la determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas del suelo. De esta manera se puede determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices, hasta la malla N° 200, así también podemos determinar el tipo de suelo y calcular su respectivo índice de grupo.

Para realizar este tipo de ensayo nos basamos en la NORMA ASTM D422 / ASTM C136, AASHTO M145 (Classification of Soil and Soil-Aggregate Mixtures For Highway Construction Purposes).

Para esta investigación se ha tomado muestra de tres calicatas y a cada una se le hizo su ensayo granulométrico del suelo natural. Los resultados del ensayo realizado se adjuntan en el anexo 2, del cual se desprenden los siguientes cuadros:

Este análisis granulométrico nos permitirá además determinar el método a seguir para el ensayo de proctor modificado.

A continuación, se presenta los cuadros de clasificación por calicatas:

Tabla 9: Resumen de resultados del Ensayo Granulométrico.

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)				
MALLAS		% PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	C-1	C-2	C-3
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4 "	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.760			
N° 8	2.380			
N° 10	2.000			100.0
N° 20	0.840	100.0	100.0	99.4
N° 40	0.426	96.6	97.5	95.8
N° 50	0.297	94.5	94.6	92.0
N° 80	0.177	86.5	86.7	84.5
N° 100	0.149	83.6	83.3	80.5
N° 200	0.074	78.1	79.1	75.6
-N° 200	-	-	-	-

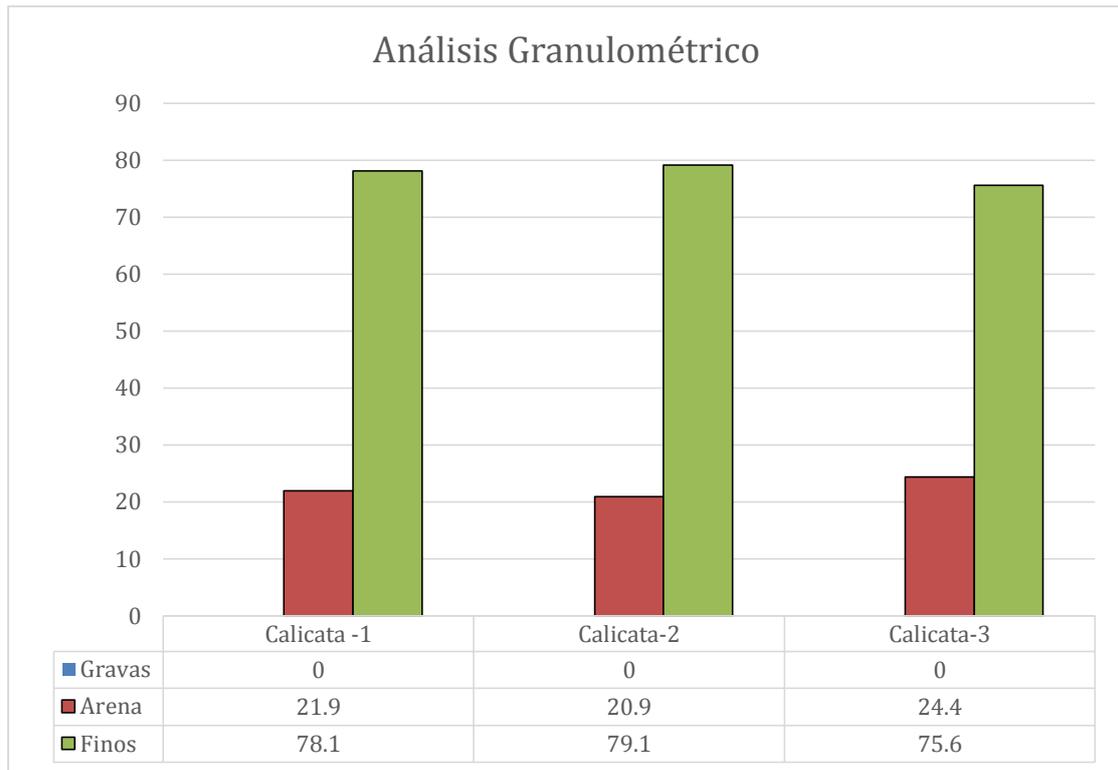
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Resultados del análisis granulométrico

Descripción	Calicata -1	Calicata-2	Calicata-3
Gravas (%)	0	0	0
Arena (%)	21.9	20.9	24.4
Finos (%)	78.1	79.1	75.6

Fuente: Elaboración propia

Imagen 21: Gráfico del análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a los ensayos de análisis granulométrico realizados en el laboratorio de mecánica de suelos GEOSUR. S.A.C. Para las 03 muestras extraídas, de la calicata N° 1 Se obtuvo un 21.9% de arenas y un 78.1% de finos, en la calicata N° 2 se obtuvo 20.9% de arenas y un 79.1% de finos , En la calicata N° 3 se obtuvo 24.4% de arenas y un 75.6% de finos , en las 3 calicatas tenemos una simbología **CH** según SUCS, y el MTC nos indica que es un suelo altamente plástico.

A continuación se mostraran los las curvas granulométricas de cada calicata:

Imagen 22: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 1

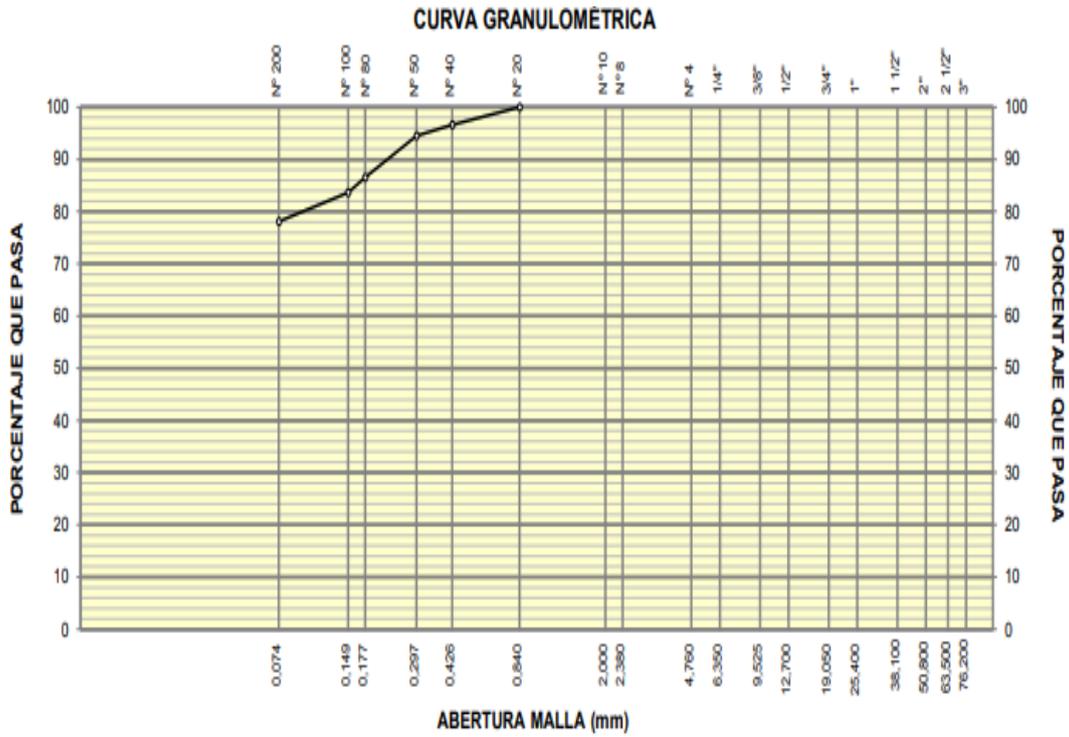


Imagen 23: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 2

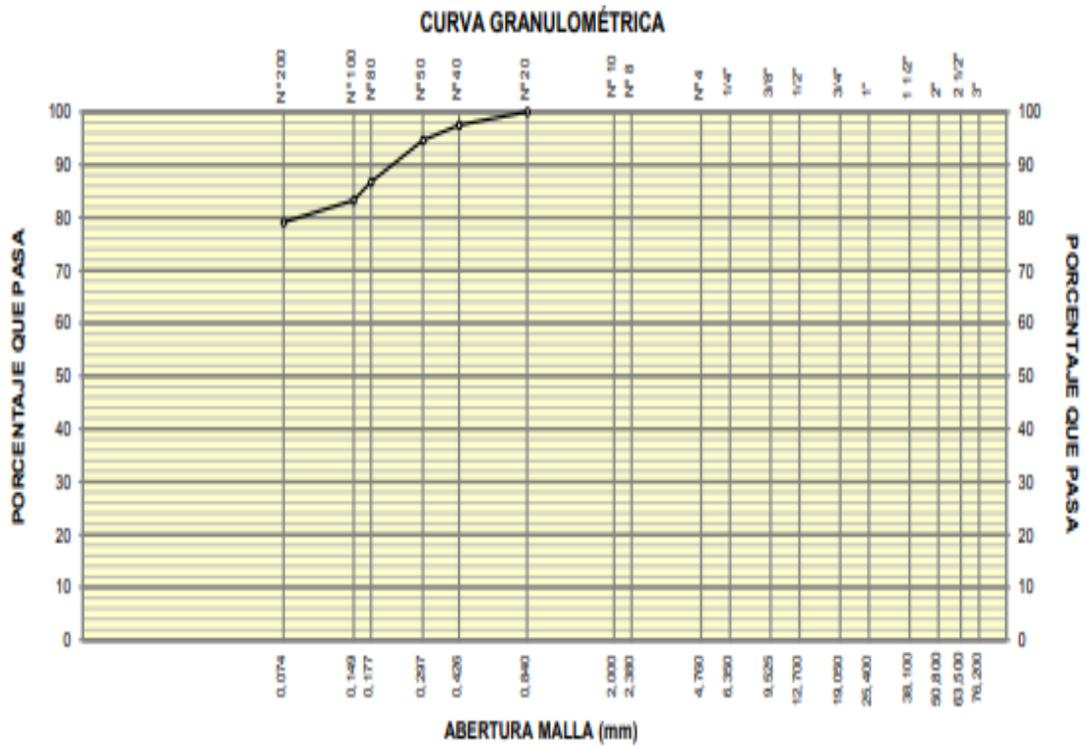
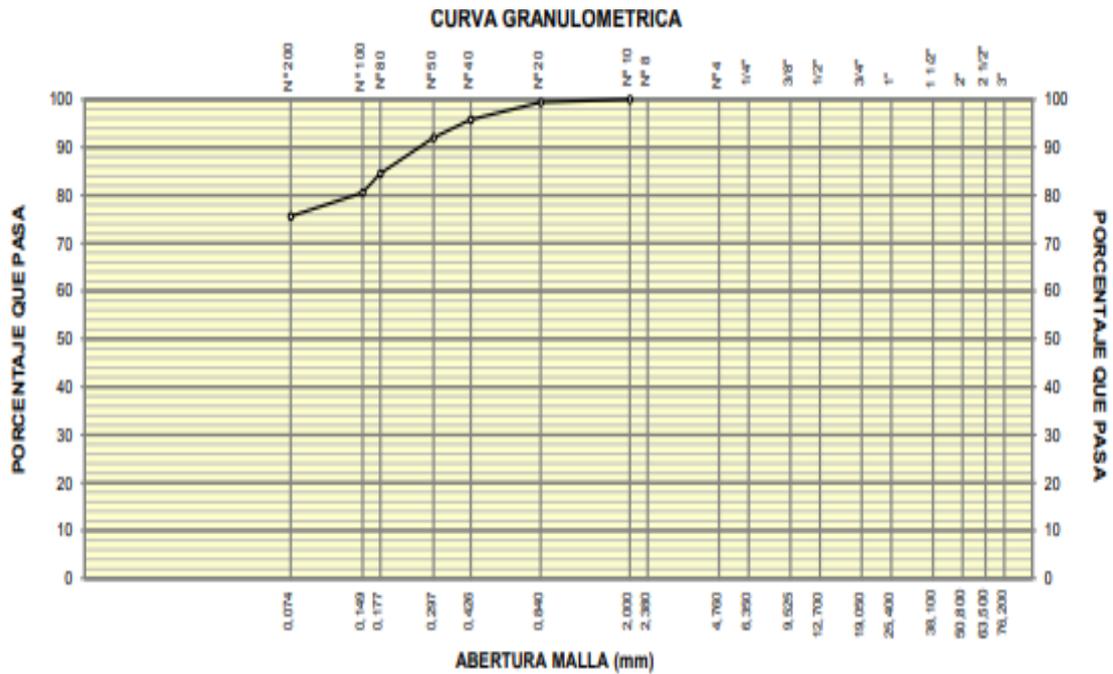


Imagen 24: Gráfico de la Curva granulométrica de la calicata N° 3



4.3.2 Ensayo de límites de Atterberg

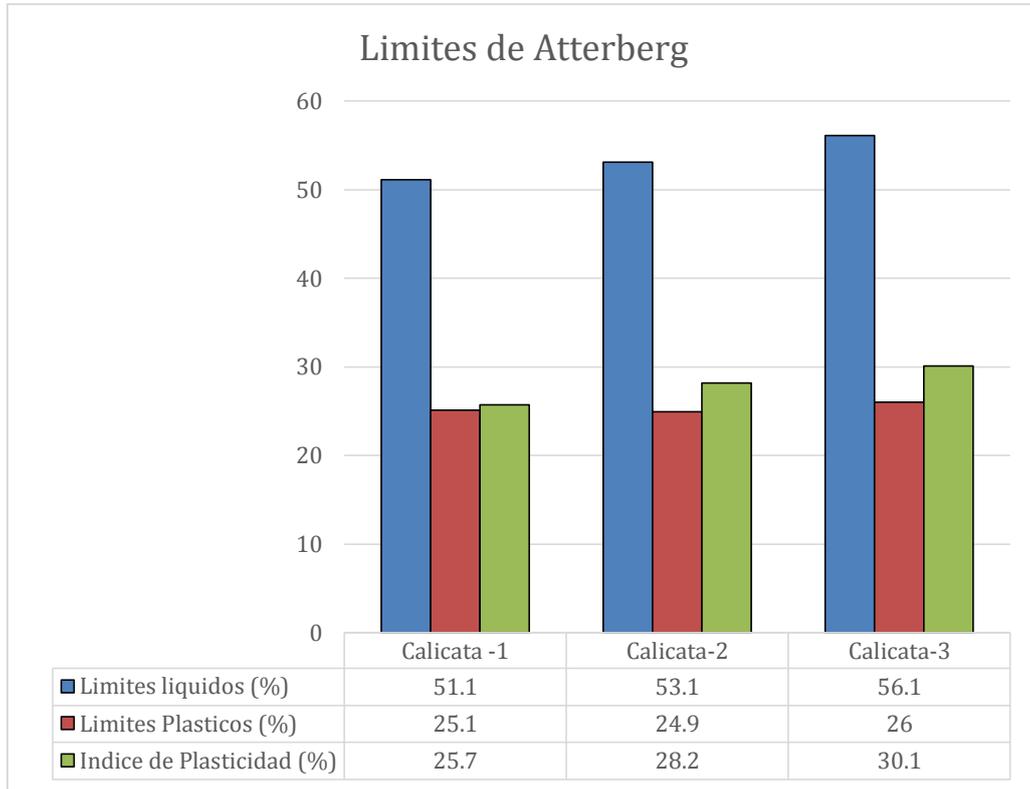
Estos ensayos indican la plasticidad de un suelo fino, donde se adhieren contenidos de humedad para el cual la consistencia cambia de un estado a otro. Se establece el contenido de humedad del suelo, evaluando la variación para determinar las diferentes fases de estabilidad.

Tabla 11: Resultados de Límites de Atterberg

Descripción	Calicata -1	Calicata-2	Calicata-3
Límites Líquidos (%)	51.1	53.1	56.1
Límites Plásticos (%)	25.1	24.9	26
Índice de Plasticidad (%)	25.7	28.2	30.1

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 25: Gráfico de límites de Atterberg



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg de los suelos patrón un I.P. de 25.7% en la C-1, 28.2% en la C-2 y con un 30.1% en la C-3, lo que nos indica que el índice de plasticidad son semejantes entre ellas, lo que demuestra que el suelo tendrá una baja resistencia. Además se sabe que los suelos con porcentajes altos en el índice de plasticidad una vez el suelo tengan contacto con el agua, suelen retener el líquido y se convierten más plásticos, perdiendo así su resistencia y su estabilidad.

Imagen 26: Gráfico de fluidez de la calicata N° 1

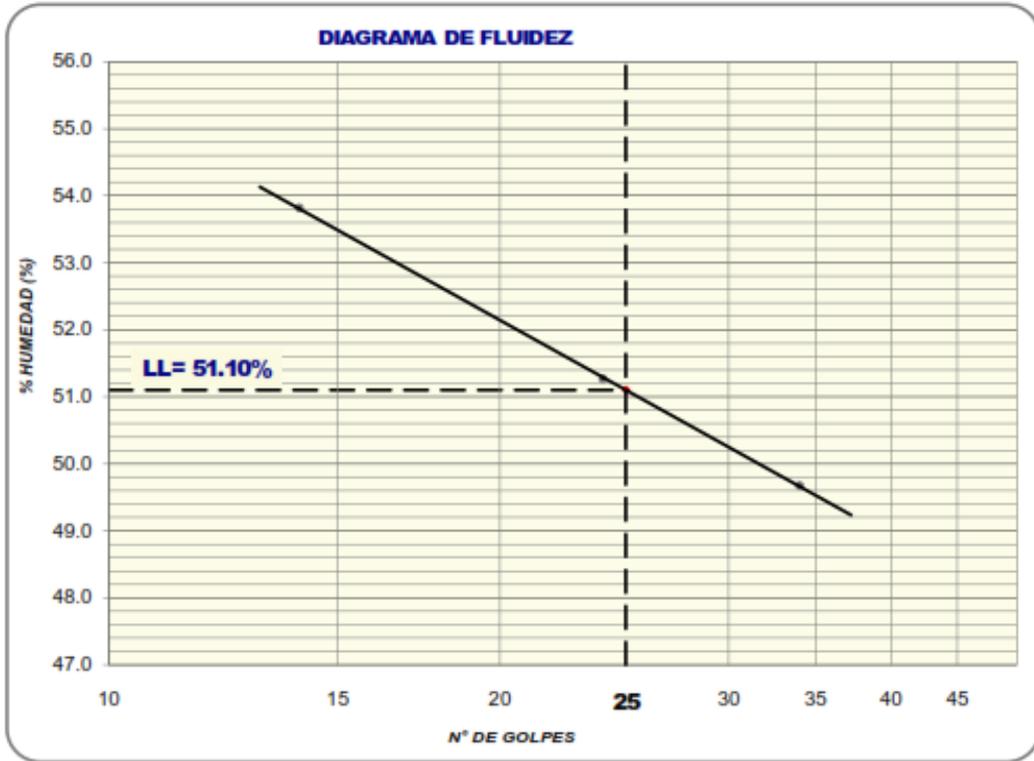
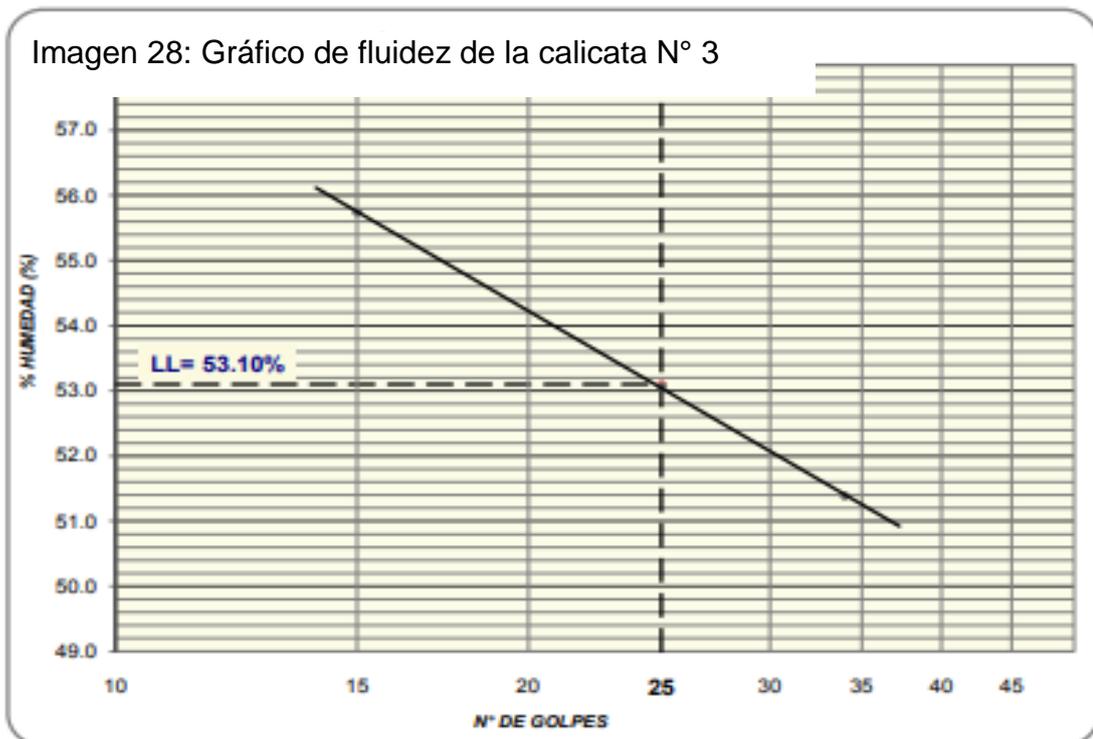
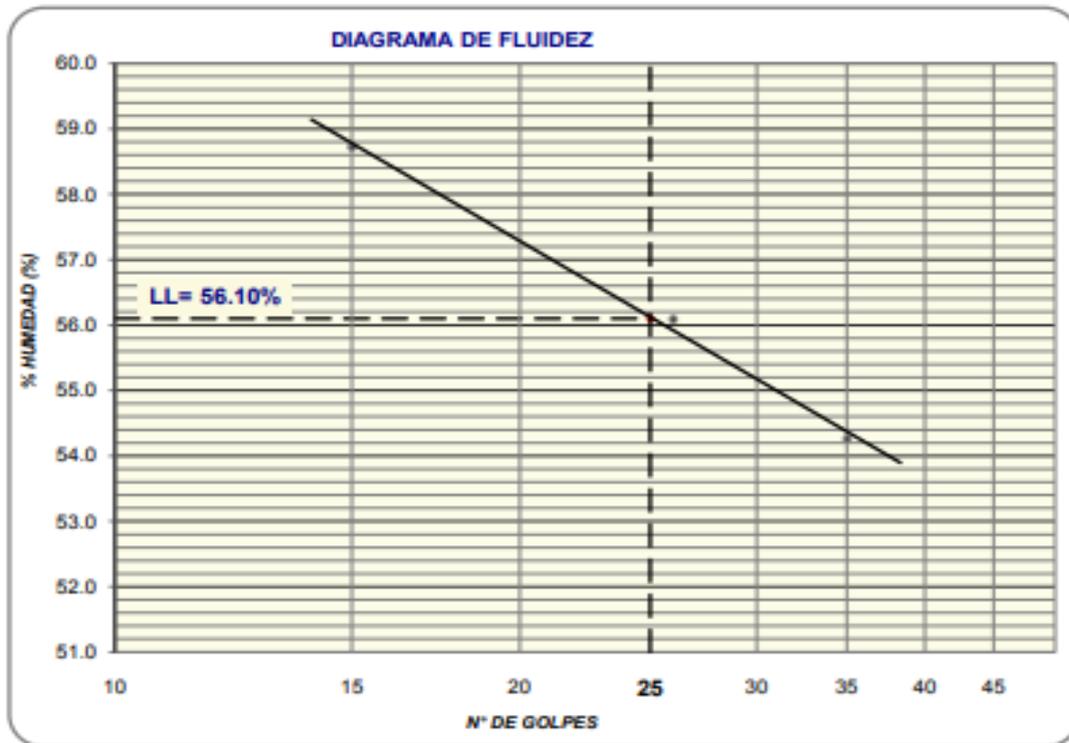


Imagen 27: Gráfico de fluidez de la calicata N°2





4.3.3. Ensayos de Proctor modificado del suelo natural.

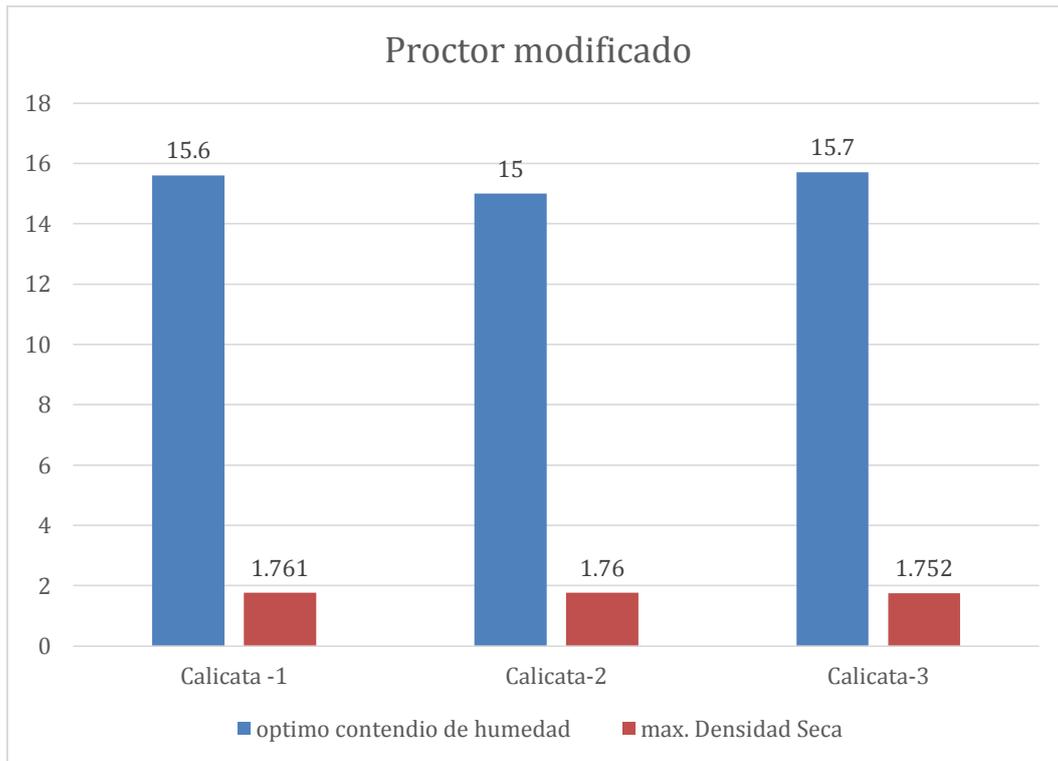
Este tipo de ensayos se realizan con el objetivo de determinar la compactación del suelo, así mismo se puede obtener la relación densidad-humedad; se tomó en cuenta la NORMA ASTM D 1557.

Tabla 12: Resultados de Proctor modificado del suelo natural.

CALICATA	MUESTRA	TRAMO	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-01	M-01	T-1	1.761 (gr/cm ³)	15.60%
C-02	M-01	T-2	1.760 (gr/cm ³)	15.00%
C-03	M-01	T-3	1.752 (gr/cm ³)	15.70%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 29: Resultados de Proctor modificado.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En los ensayos del suelo natural de Proctor modificado podemos observar, que en la C-01 tenemos una Máxima densidad seca (MDS) de 1.761 (gr/cm³), C-02 MDS de 1.760 (gr/cm³) y en la C-03 MDS de 1.752 (gr/cm³); por otro lado tenemos los resultados del Optimo Contenido de Humedad (OCH) para la C-01 es 15.60%, para la C-02 es 15.00% y para la C-03 es 15.70%, con estos resultados podemos decir que la MDS y el OCH del suelo natural de las tres calicatas son semejantes entre sí.

Imagen 30: Relación Humedad-Densidad C-01

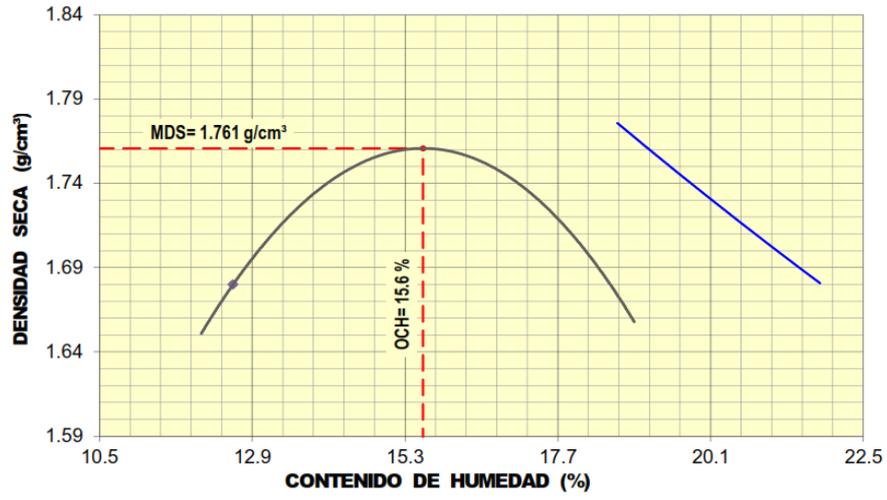


Imagen 31: Relación Humedad-Densidad C-02

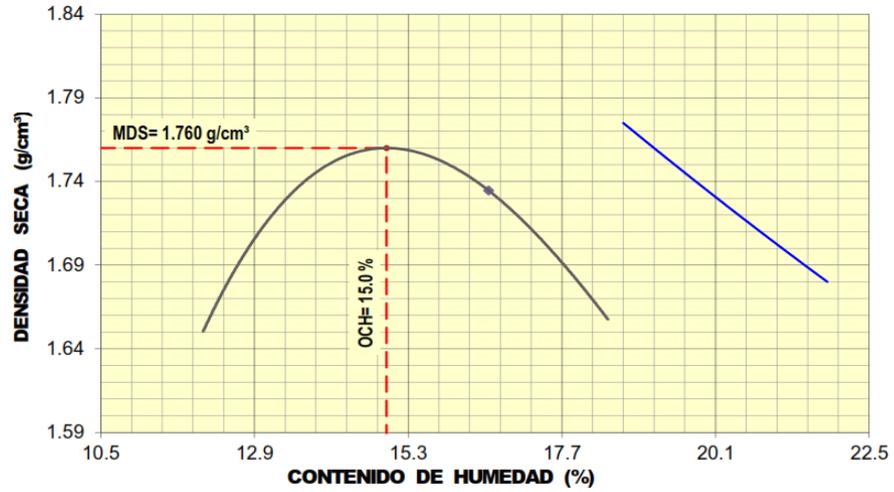
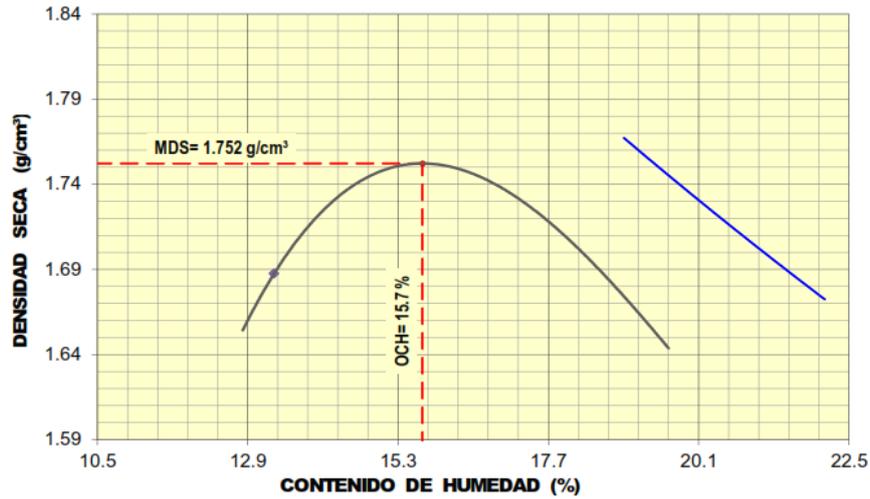


Imagen 32: Relación Humedad-Densidad C-03



4.3.4. Ensayo de relación de soporte de california (C.B.R) en laboratorio del suelo natural

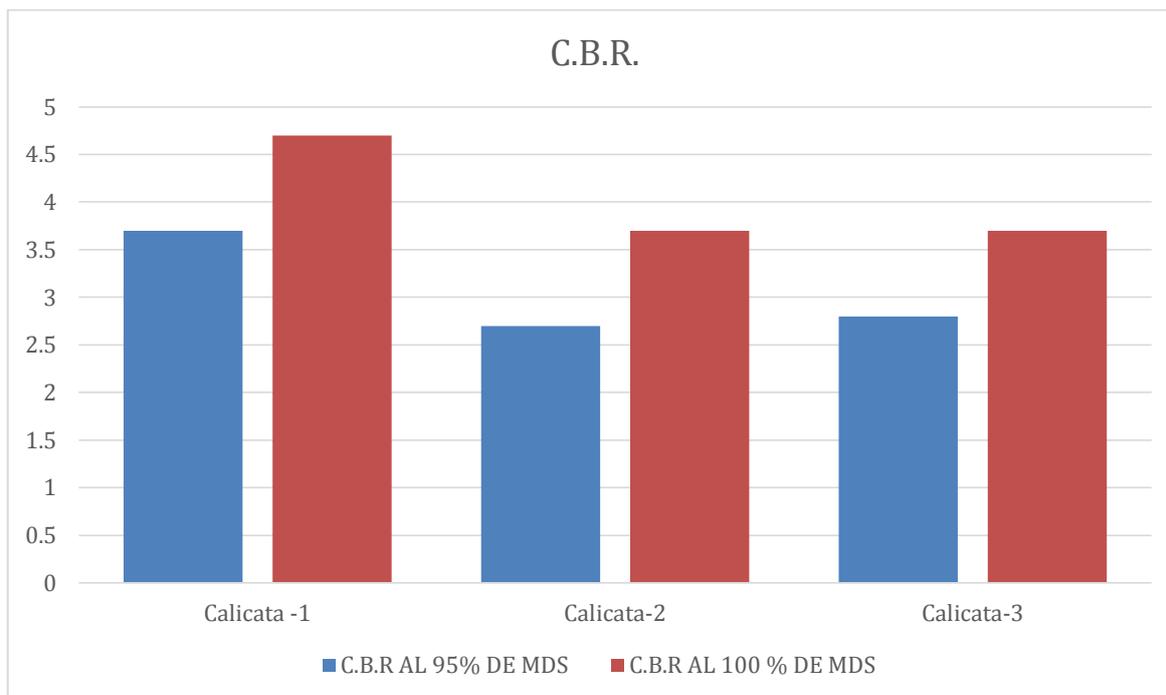
Este ensayo se realizó con la finalidad de obtener la capacidad portante del suelo natural y se realizó en base a NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883.

Tabla 13: Resultados de la Relación Soporte California al 95% y 100% del suelo natural.

DESCRIPCIÓN	CALICATA -1	CALICATA-2	CALICATA-3
C.B.R AL 95% DE MDS	3.7	2.7	2.8
C.B.R AL 100 % DE MDS	4.7	3.7	3.7

Fuente: Elaboración propia

Imagen 33: Grafico de la Relación Soporte California al 95% y100% del suelo natural.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En los ensayos del suelo natural de la Relación Soporte California podemos observar, que en la C-01 tenemos un CBR al 95% 3.7 de la MDS, en la C-02 tenemos un CBR al 95% de la MDS de 2.7 y en la C-03 tenemos un CBR al 95% de la MDS de 2.8; así mismo en la C-01 tenemos un CBR al 100% 4.7 de la MDS, en la C-02 tenemos un CBR al 100% de la MDS de 3.7 y en la C-03 tenemos un CBR al 100% de la MDS de 3.7; según lo que nos indica el Manual de Carreteras (2014), nos dice que se consideraran como materiales aptos para las capas de sub rasante suelos con $CBR \geq 6\%$, podemos observar en las tres calicatas el CBR nos sale menor al 6%, por lo tanto ese suelo requiere ser estabilizado, mejorado o reemplazado.

Imagen 34: Relación de soporte California (CBR) C-01.

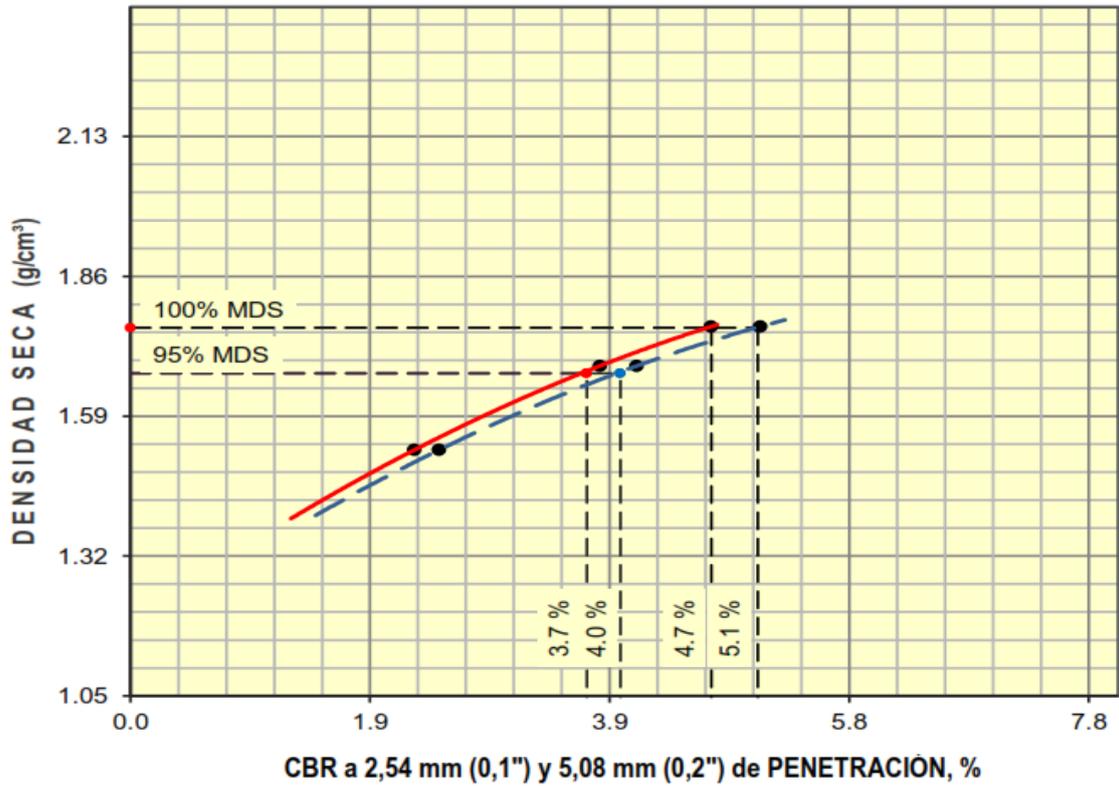


Imagen 35: Relación de soporte California (CBR) C-02.

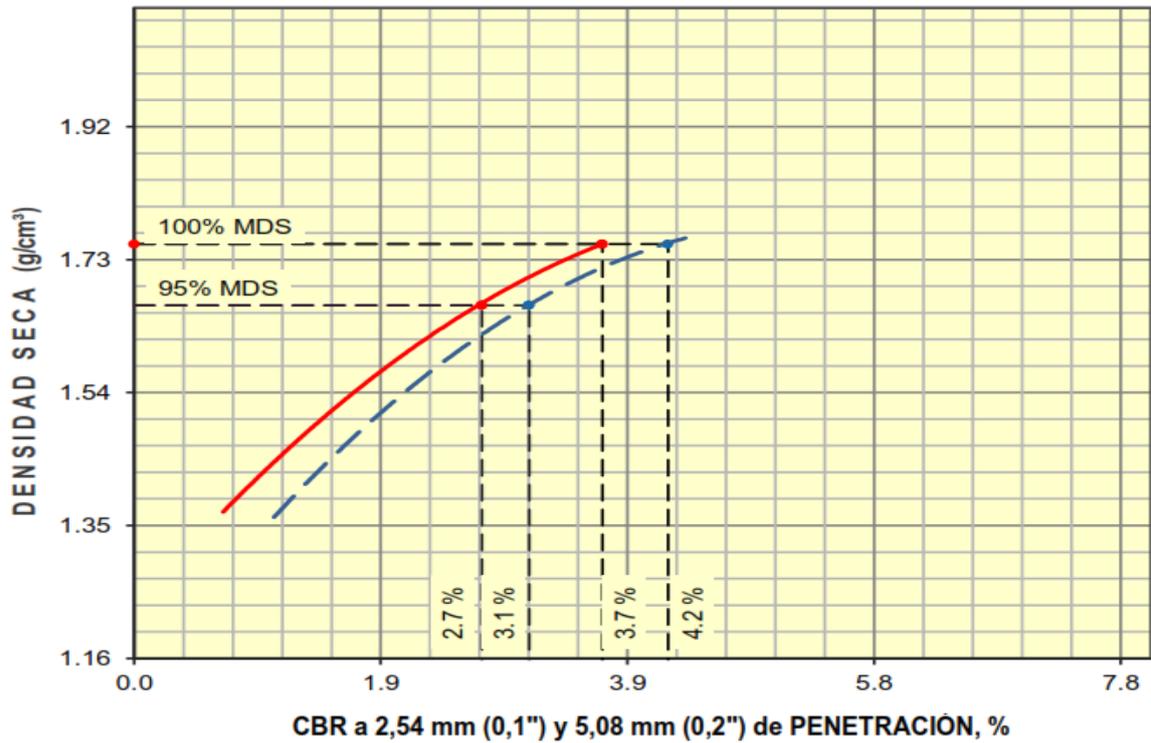
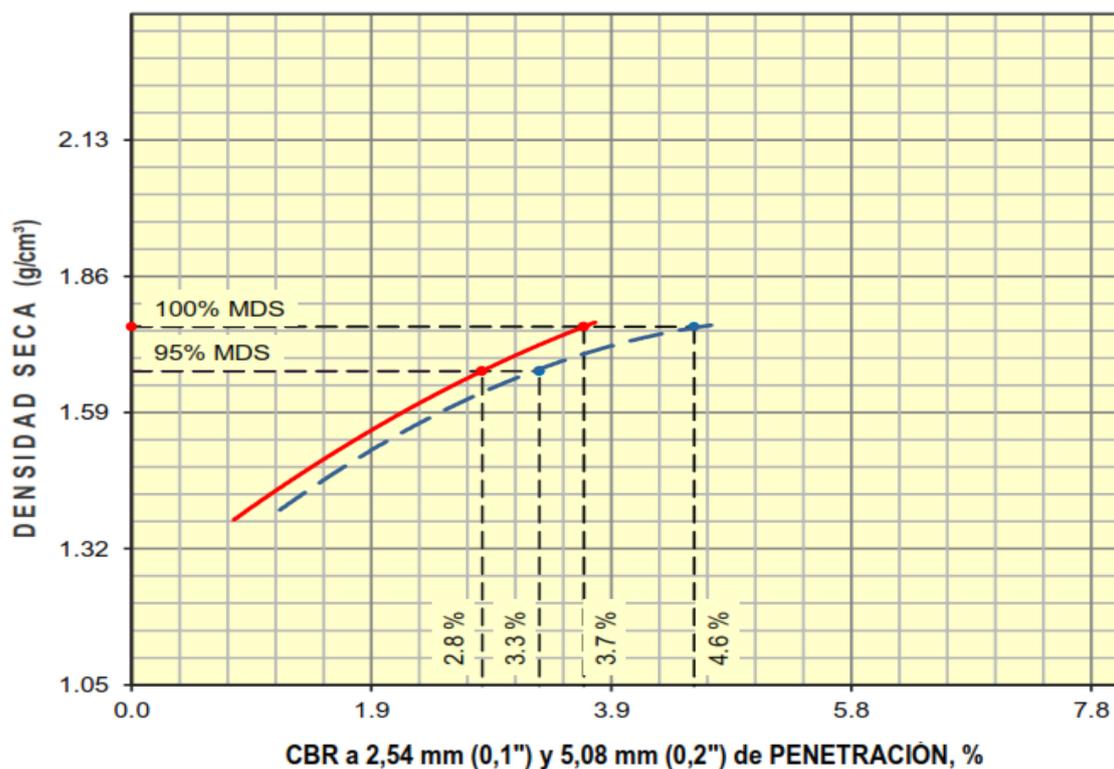


Imagen 36: Relación de soporte California (CBR) C-03.



4.4 Ensayos al suelo-cemento

Dosificación de cemento

Para dosificación del cemento hemos tomado como referencia lo que nos indica el Ministerio de Transportes y Comunicación (2014), la dosificación para un suelo de tipo A-7-6 (21), según AASTHO obtenido de la granulometría del suelo natural

Tabla 14: Guía referencial para la selección del Tipo de estabilizador.

Tipo de estabilizador	Normas Técnicas	Suelo	Dosificación	Curado	Observaciones
CEMENTO	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTMC 150 ASTMC 150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL>40%,IP>18% CMO ⁽²⁾ <1.0%, Sulfatos(SO ²)<0.2% Abrasión <50% DurabilidadSO ₄ Ca ⁽⁴⁾ AF ≤ 10% , AG ≤12% Durabilidad SO ₄ Mg AF≤15%, AG≤18%	2 – 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA(portland Cement Association)

Fuente: (MTC, 2014, págs. 96,97) sección suelos y pavimentos.

Tabla 15: Rango de cemento requerido en la estabilización de suelos

Clasificación de suelos AASHTO	Rango de cemento requerido porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7- 12
A-5	8 – 13
A-6	9 – 15
A-7	10 -16

Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones (2014)

Según lo que nos indica el MTC 2014 para estabilizar suelo con cemento, el suelo tiene que ser de tipo **A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7**, con un LL>40 y un I.P.≥ 18%, de lo cual nuestro suelo a estudiar cumple con esos requisitos ya que es un suelo de tipo A-7 y tiene un LL de 51.1% y un I.P de 25.7% , con ello tomamos la dosificación según lo nos indica la tabla anterior para un suelo A-7 según la clasificación AASTHO el rango usual de cemento requerido en porcentaje es de 10-

16%, por ello las investigadoras hemos tomado para nuestro proyecto tres porcentajes diferentes entre esos rangos son 10%,13% y 16% con respecto a su peso seco para lograr la estabilización de dicho suelo.

4.4.1 Límite de Atterberg (ASTM D 4318) + cemento

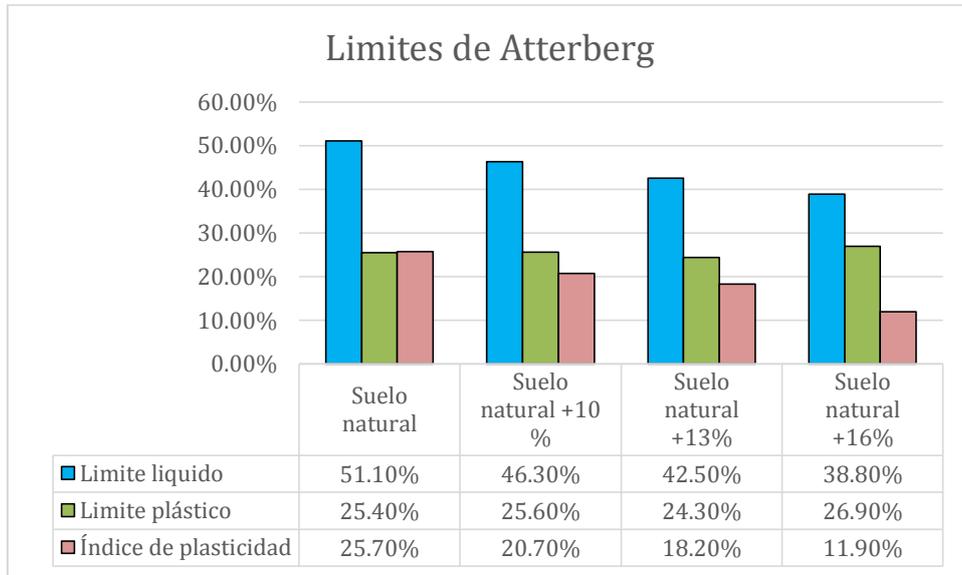
Este tipo de ensayos se realizan con el objetivo de determinar la compactación del suelo, así mismo se puede obtener la relación densidad-humedad; se tomó en cuenta la NORMA ASTM D 1557.

Tabla 16: Resumen de resultados de Límites de Atterberg

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	51.1%	25.4%	25.7%
Suelo natural +10 %	46.3%	25.6%	20.7%
Suelo natural +13%	42.5%	24.3%	18.2%
Suelo natural +16%	38.8%	26.9%	11.9%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 37: Gráfico de Límites de Atterberg + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.



Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg experimentales al aplicarle el 10%,13% y 16%, teniendo como valor de suelo natural un I.P. de 25.7% y con el 10% de cemento tenemos un I.P. de 20.7%, de 13% de cemento tenemos I.P de 18.20%y de 16 % de cemento tenemos un I.P de 11.90% ,lo que nos indica que el cemento disminuye el I.P, clasificándolas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras es que un $I.P \leq 20$, $I.P.> 7$ nos afirma que es un suelo con mediana plasticidad.

4.4.2 Ensayos de Proctor modificado (ASTM D 1557) + cemento

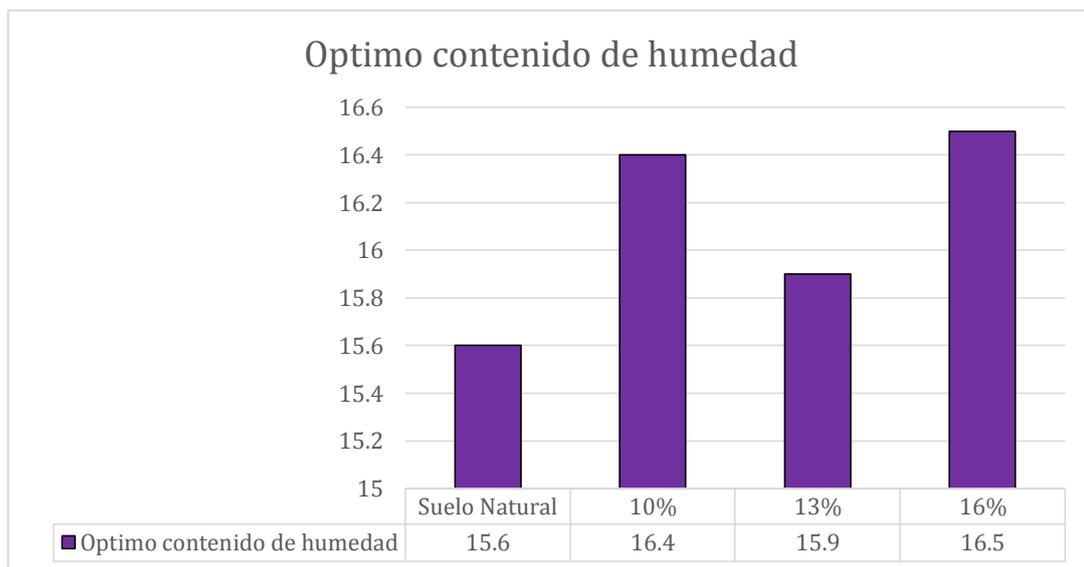
En el siguiente cuadro se presenta los valores del óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca que posee el suelo patrón, y a su vez también se detallan los valores obtenidos con los grupos experimentales añadidos con cemento.

Tabla 17: Resumen de resultados de Proctor modificado + Porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.

Descripción	Óptimo contenido de humedad	Máxima densidad seca
Suelo natural	15.6%	1.761 gr/cm ³
Suelo natural +10%	16.4%	1.777 gr/cm ³
Suelo natural +13%	15.9%	1.789 gr/cm ³
Suelo natural +16%	16.5%	1.779 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Imagen 38: Gráfico del Óptimo Contenido de Humedad + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.



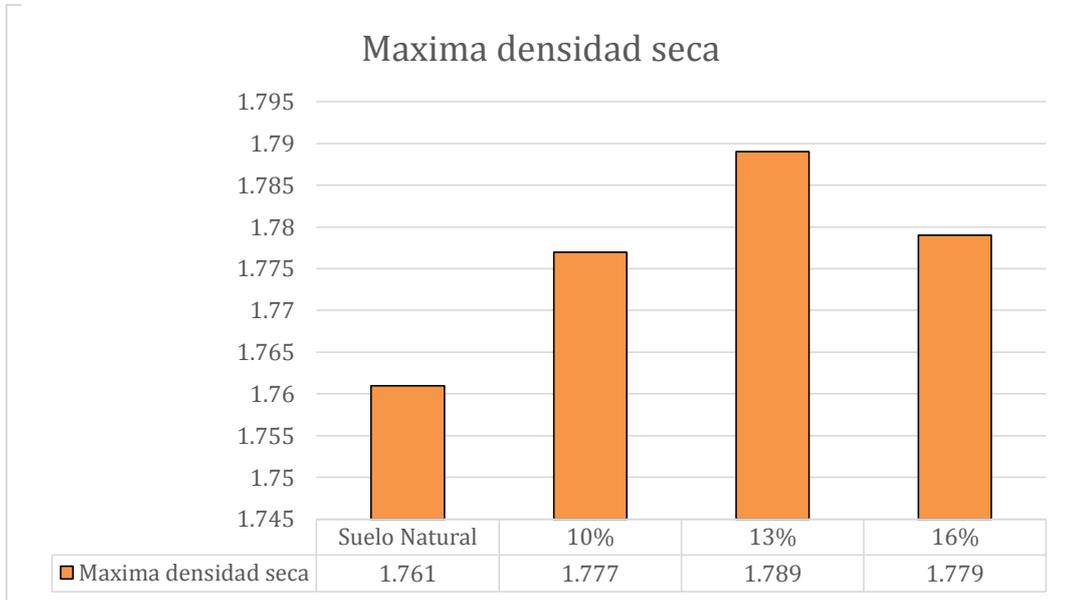
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que la muestra patrón sin presencia de cemento alcanza una máxima densidad seca de 1.761 gr/cm³, al aplicarle un óptimo contenido de humedad de 15.6%. Asimismo al dar comienzo a los grupos experimentales con distintos porcentajes de cemento al mezclarse con el suelo va incrementando su valor de

15.6 % de óptimo contenido de humedad del suelo natural a un 16.5 % con presencia de 16 % de cemento.

Imagen 39: Gráfico de la Máxima densidad Seca + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Con respecto a máxima densidad seca obtenemos 1.761 gr/cm³ del suelo natural, y de los grupos experimentales con el incremento de los 3 distintos porcentajes de cemento, podemos decir que observamos variaciones llamativas.

A continuación se adjuntan la curva del óptimo contenido de humedad y de la máxima densidad seca obtenida en el laboratorio de los 3 porcentajes diferentes de cemento.

Imagen 40: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 10 % de cemento.

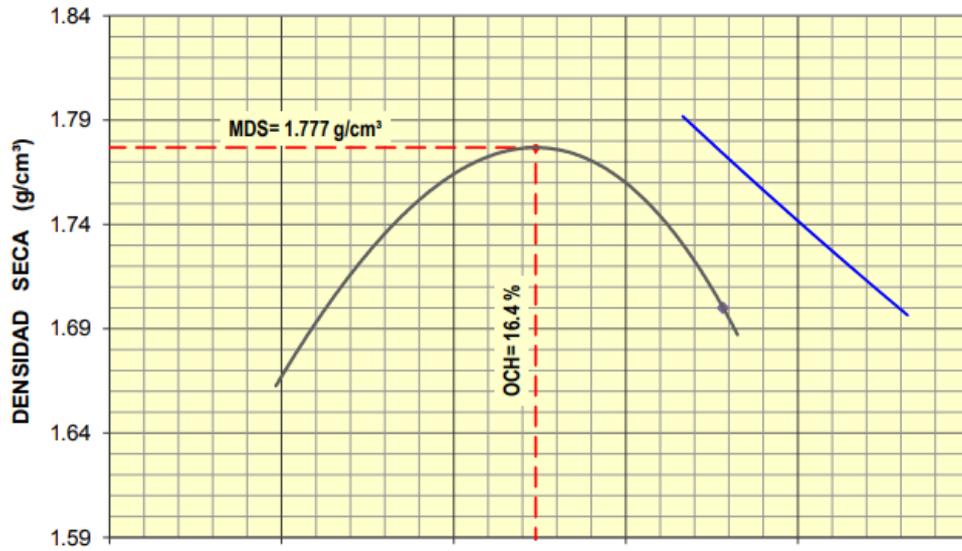


Imagen 41: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 13 % de cemento.

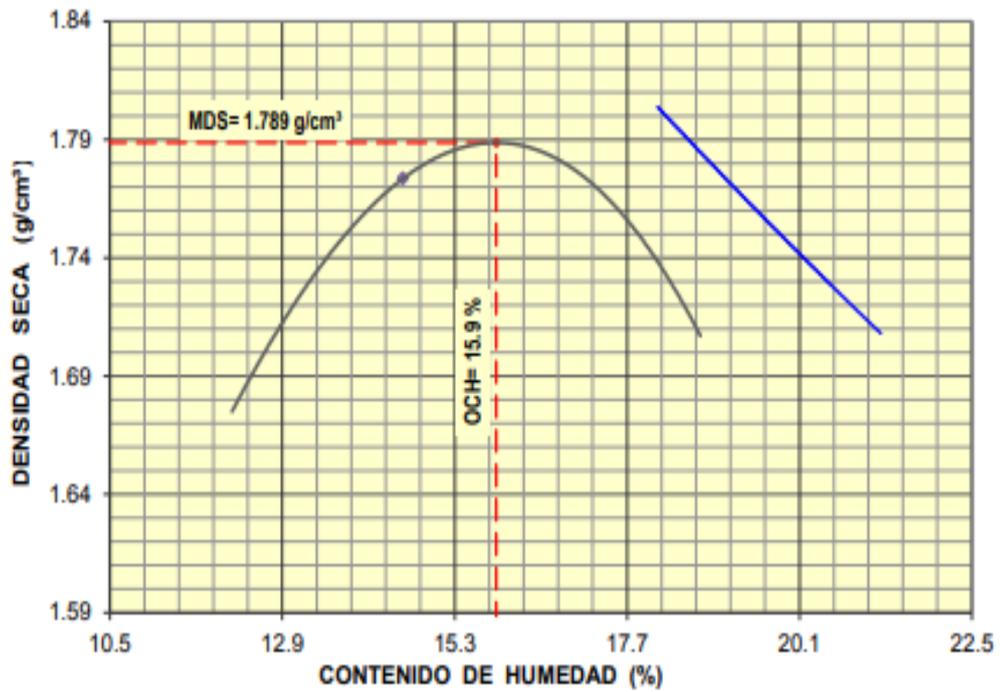
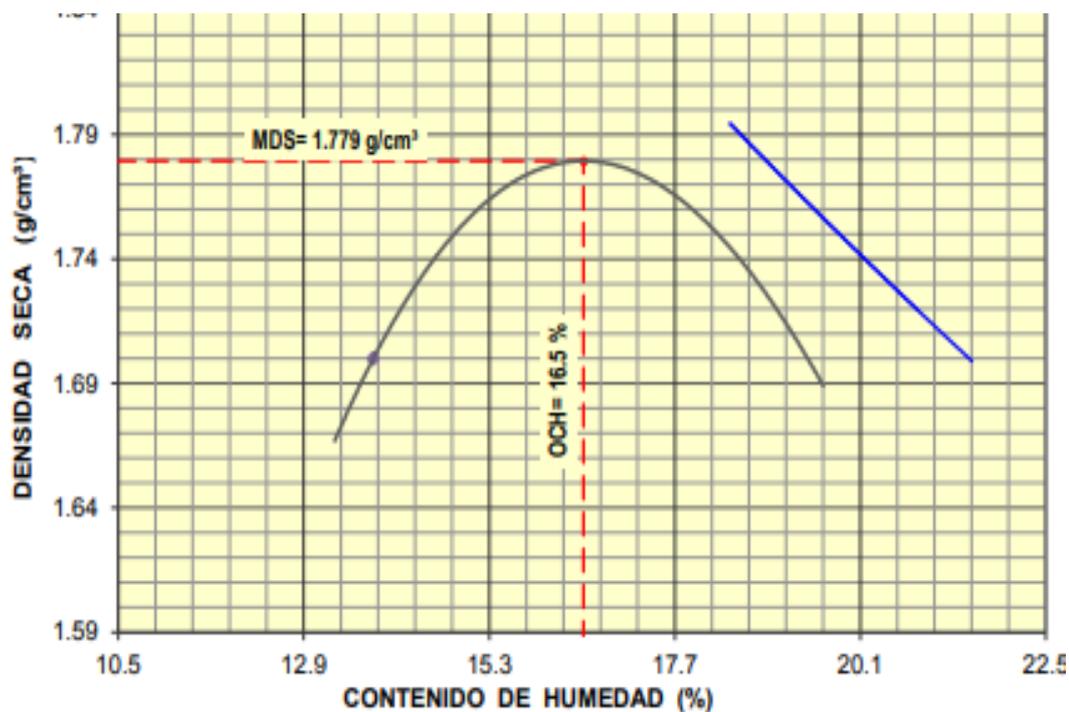


Imagen 42: Gráfico de ensayo Proctor modificado con 16 % de cemento.



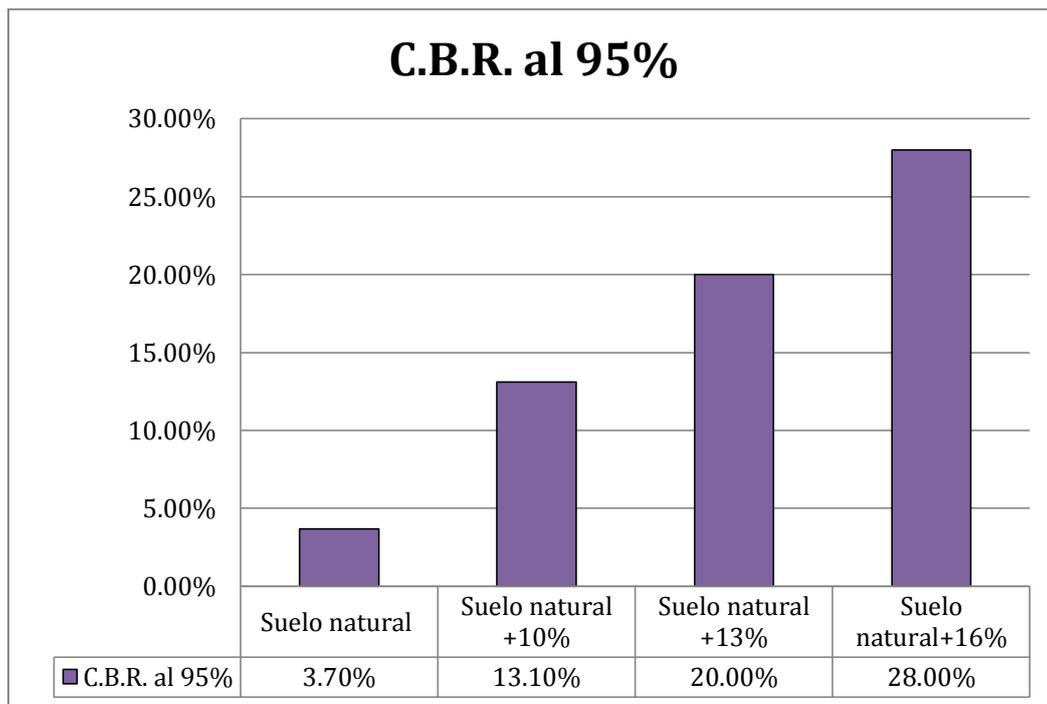
4.4.3 Ensayos de C.B.R (ASTM D1557) + cemento

Tabla 18: Resumen de resultados de CBR + Porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.

Descripción	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
Suelo natural	3.7 %	4.7%
Suelo natural +10%	13.1 %	23.2 %
Suelo natural +13%	20.0 %	30.6 %
Suelo natural+16%	28.0 %	38.3%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 43: Gráfico del C.B.R. al 95% + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.

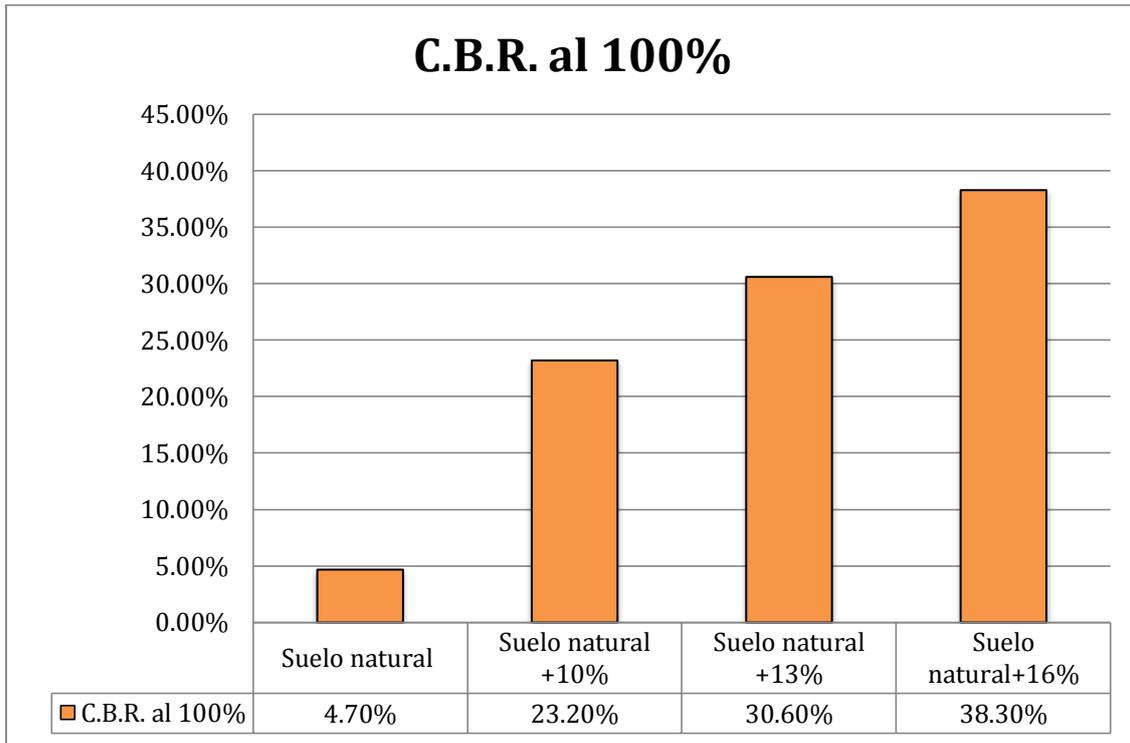


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R al **95 %** van en aumento desde su valor inicial que es **3.7%** hasta su valor final de **28.0%**, los valores se van incrementando desde que se adiciona los porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%, teniendo los resultados de laboratorio podemos que decir que aumento su capacidad de soporte hasta en un 657% de su valor inicial.

Imagen 44: Gráfico del C.B.R. al 100% + porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R al 100% van en aumento desde su valor inicial que es **4.7%** hasta su valor final de **38.3%**, los valores se van incrementando desde que se adiciona los porcentajes de cemento 10%, 13% y 16%, teniendo los resultados de laboratorio podemos que decir que aumento su capacidad de soporte hasta en un 723% de su valor inicial.

4.5. Ensayos de suelo natural + cal hidratada.

Dosificación de la cal.

Para dosificación de la cal hemos tomado como referencia lo que nos indica el Manual de Transportes y Comunicaciones (2014).

Tabla 19: Guía referencial para la selección del Tipo de estabilizador.

Tipo de estabilizador	Normas Técnicas	Suelo	Dosificación	Curado	Observaciones
CAL	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6,A-2-7,A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50 % CMO ⁽²⁾ < 3.0 % Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 – 8%	Min 72 horas	Para IP > 50 % se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la norma ASTM D 6276.

Fuente: Manual de Transportes y comunicaciones (2014).

4.5.1. Límite de Atterberg (ASTM D 4318)

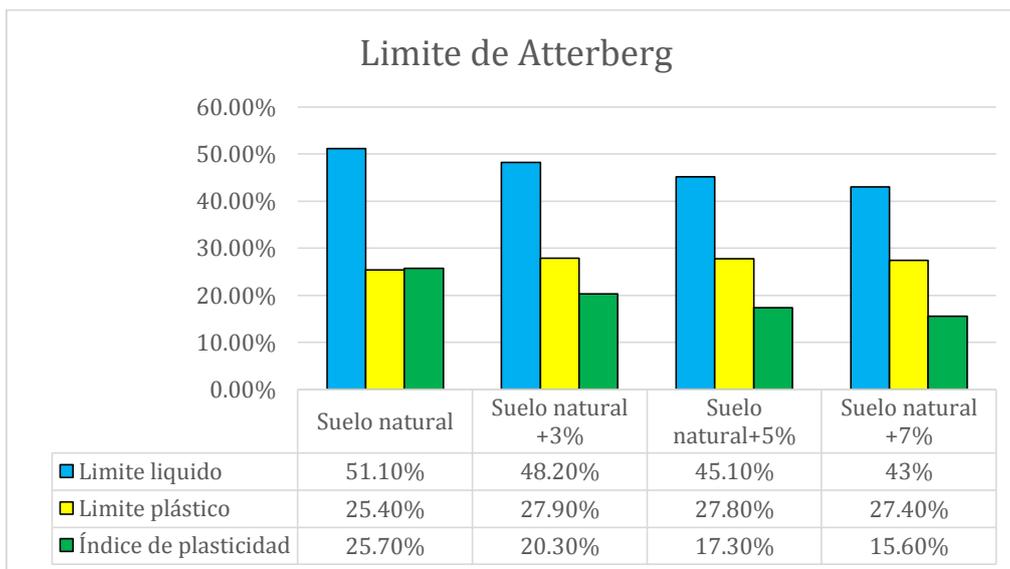
Para este ensayo de límites de consistencia se adiciono los porcentajes de cal hidratada los cuales son 3%, 5% y 7%.

Tabla 20: Resumen de resultados de Límite de Atterberg + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo natural	51.1%	25.4%	25.7%
Suelo natural +3%	48.2%	27.9%	20.3%
Suelo natural+5%	45.1%	27.8%	17.3%
Suelo natural +7%	43%	27.4%	15.6%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Gráfico de resultados de Límite de Atterberg + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg experimentales al aplicarle el 3%,5% y 7%, teniendo como valor de suelo natural un I.P. de 25.7% y con el 3% de cemento tenemos un I.P. de 20.3%, de 5% de cemento tenemos I.P de 17.30% y de 7 % de cemento tenemos un I.P de 15.60% ,lo que nos indica que la cal disminuye el I.P, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras nos dice que $I.P \leq 20$, $I.P.> 7$ se clasifican en un suelo con mediana plasticidad.

4.5.2. Ensayos de PROCTOR Modificado (ASTM D 1557) + cal hidratada.

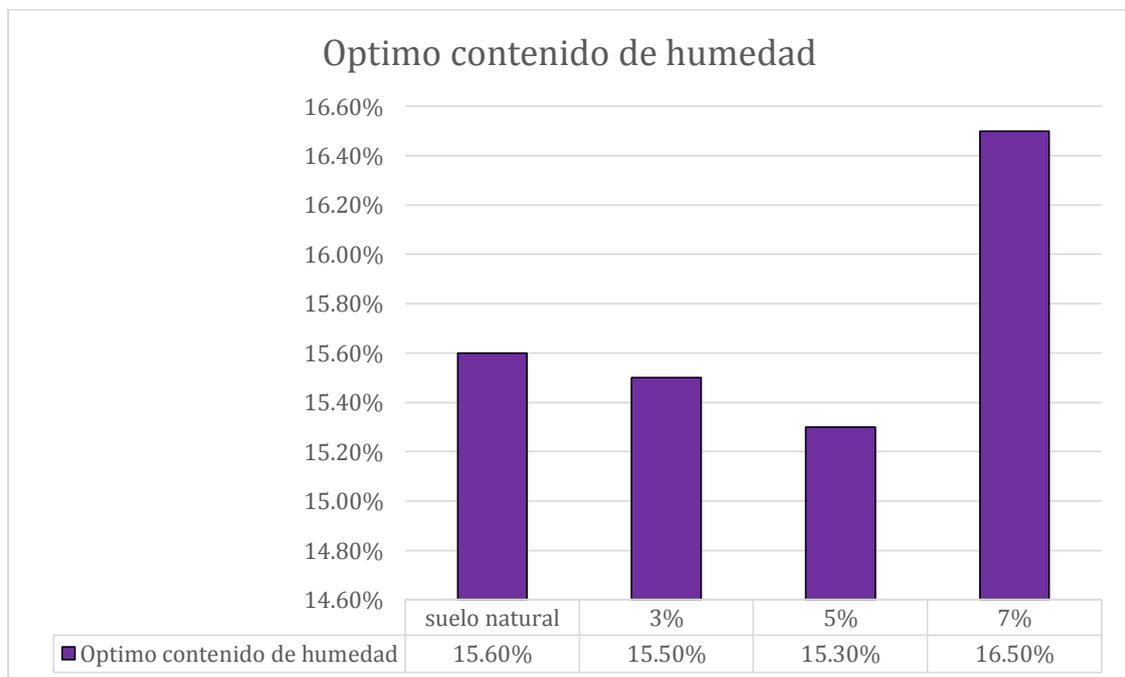
Para este ensayo de Proctor Modificado se adicione los porcentajes de cal hidratada los cuales son 3%, 5% y 7%.

Tabla 22: Resumen de resultados de Proctor Modificado + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.

<i>Descripción</i>	<i>Optimo contenido de humedad</i>	<i>Máxima densidad seca</i>
<i>Suelo natural</i>	15.6%	1.761 gr/cm ³
<i>Suelo natural 3%</i>	15.5%	1.750 gr/cm ³
<i>Suelo natural 5%</i>	15.3%	1.735 gr/cm ³
<i>Suelo natural 7%</i>	16.5%	1.742 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Imagen 45: Gráfico de resultados de Proctor Modificado + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.

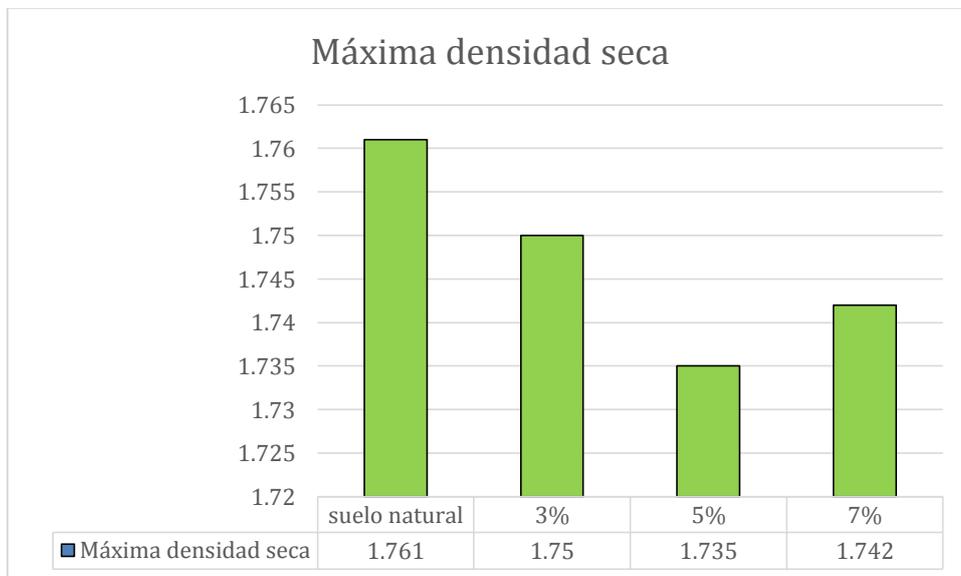


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que la muestra patrón sin presencia de cemento alcanza una máxima densidad seca de 1.761 gr/cm³, al aplicarle un óptimo contenido de humedad de 15.6%. Asimismo al dar comienzo a los grupos experimentales con distintos porcentajes de cemento al mezclarse con el suelo va incrementando su valor de 15.6 % de óptimo contenido de humedad del suelo natural a un 16.5 % con presencia de 7% de cal.

Imagen 46: Gráfico de la Máxima densidad seca + Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7%.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Con respecto a máxima densidad seca obtenemos 1.761 gr/cm³ del suelo natural, y de los grupos experimentales con el incremento de los 3 distintos porcentajes de cemento, podemos decir que observamos variaciones llamativas.

A continuación se adjuntan la curva del óptimo contenido de humedad y de la máxima densidad seca obtenidos en el laboratorio de los 3 porcentajes diferentes de cal.

Imagen 47: Gráfico de ensayo proctor modificado con 3 % de cal

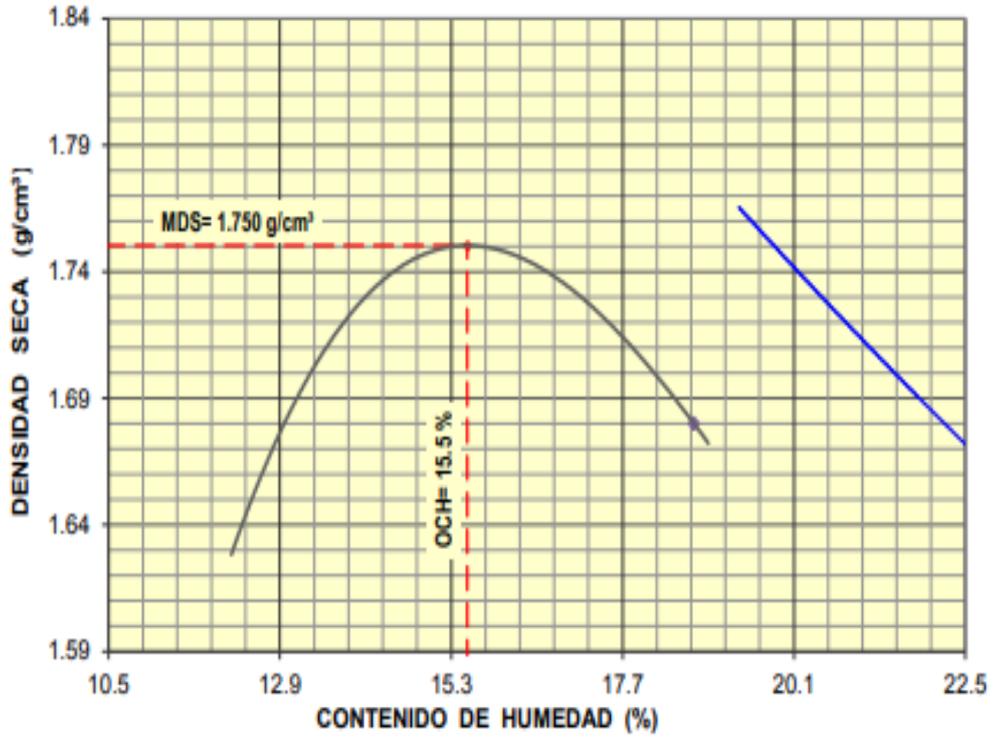


Imagen 48: Gráfico de ensayo proctor modificado con 5 % de cal

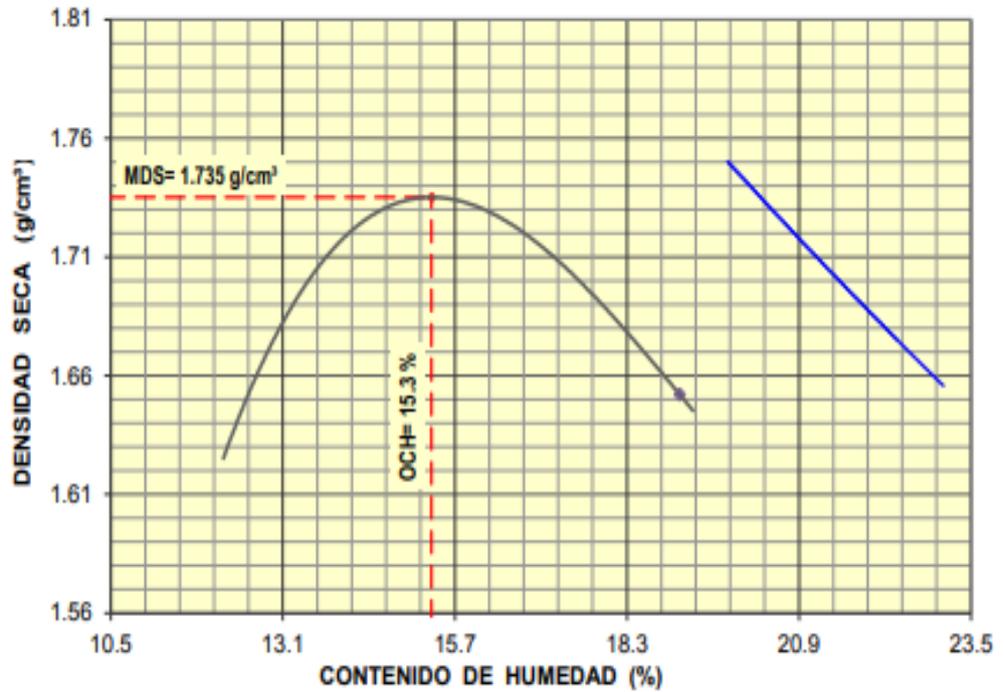
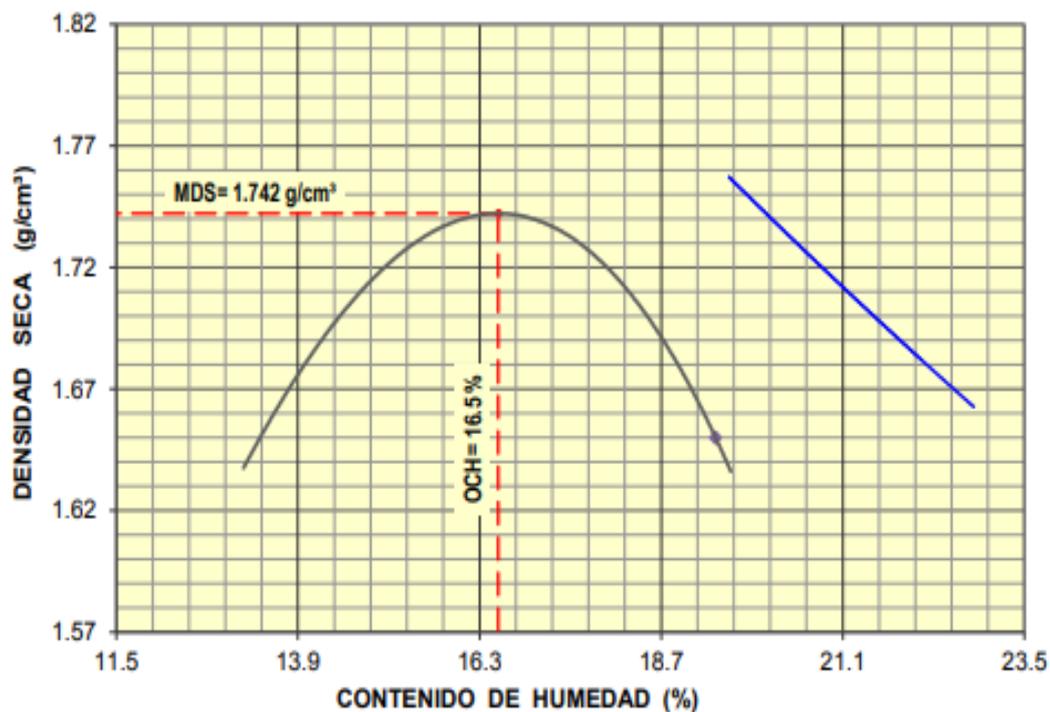


Imagen 49: Gráfico de ensayo proctor modificado con 7 % de cal



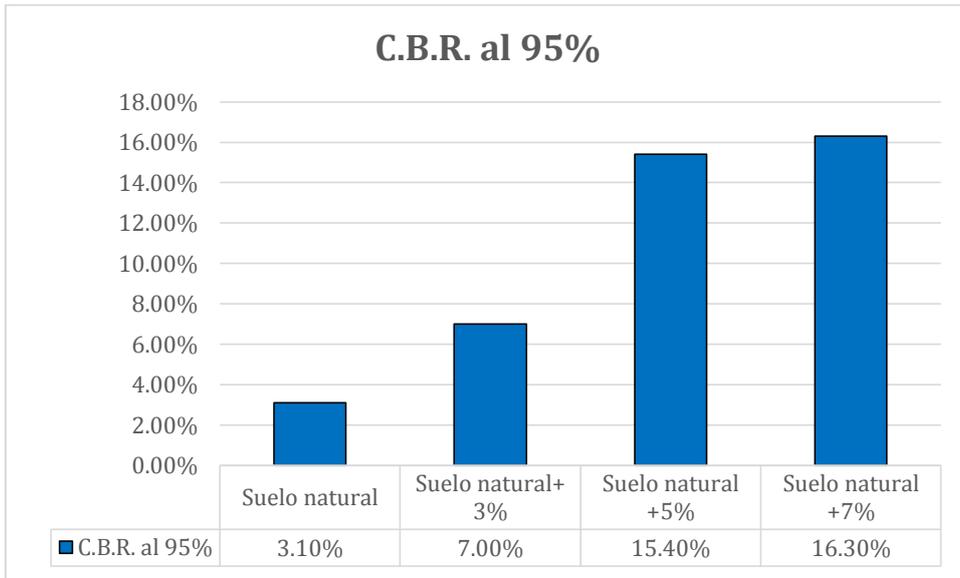
4.5.3. Ensayos de C.B.R (ASTM D 1833)

Tabla 23: Resumen de resultados de C.B.R al 95 % + porcentajes de cal al 3%, 5% y 7%.

Descripción	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
Suelo natural	3.1%	4.7%
Suelo natural+ 3%	7.0%	10.1%
Suelo natural +5%	15.4%	21.6%
Suelo natural +7%	16.3%	24.4%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 50: Gráfico del C.B.R. al 95% + porcentajes de cal hidratada al 3%, 5% y 7%.

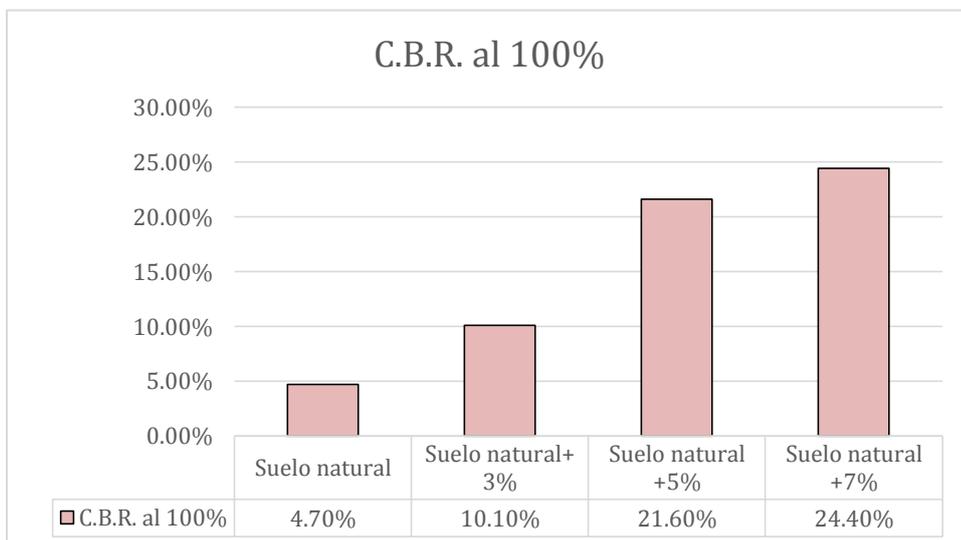


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente gráfico se puede observar como los valores del C.B.R al **95 %** van en aumento desde su valor inicial que es **3.1%** hasta su valor final de **16.3%**, los valores se van incrementando desde que se adiciona los porcentajes de cemento 3%, 5% y 7%, teniendo los resultados de laboratorio podemos que decir que aumento su capacidad de soporte hasta en un 426% de su valor inicial.

Imagen 51: Gráfico del C.B.R. al 100% + porcentajes de cal hidratada al 3%, 5% y 7%.



Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R al **100 %** van en aumento desde su valor inicial que es **4.7%** hasta su valor final de **24.4%**, los valores se van incrementando desde que se adiciona los porcentajes de cemento 3%, 5% y 7%, teniendo los resultados de laboratorio podemos que decir que aumento su capacidad de soporte hasta en un 419% de su valor inicial.

4.6. Ensayos de suelo-cal con cemento

Para los ensayos de suelo- cal con cemento se tuvieron en cuenta realizar ensayos con cada aditivo por separado para conocer cuánto varía la cal con cemento.

4.6.1 Límite de Atterberg Cal+cemento (ASTM D 4318)

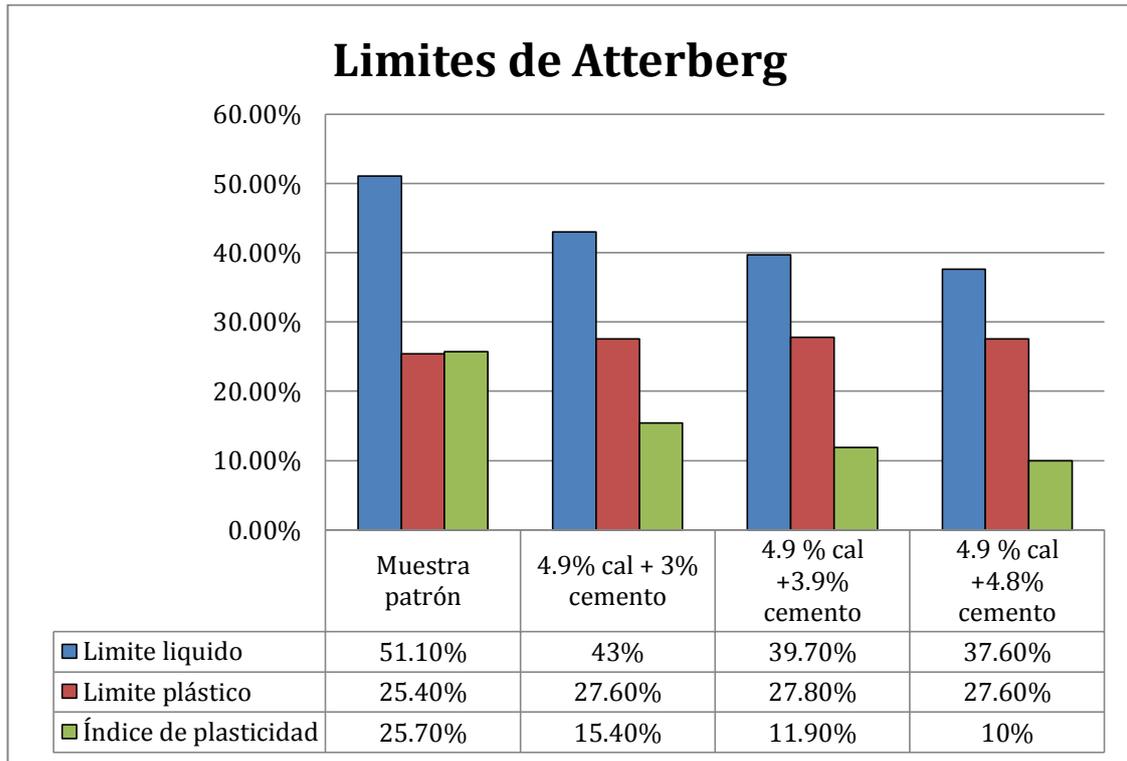
Calicata N°1

Tabla 24: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Muestra patrón	51.1%	25.4%	25.7%
4.9% cal + 3% cemento	43%	27.6%	15.4%
4.9 % cal +3.9% cemento	39.7%	27.8%	11.9%
4.9 % cal +4.8% cemento	37.6%	27.6%	10%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 52: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg experimentales al aplicarle el (4.9%+3%) ,(4.9%+3.9%) y (4.9%+4.8%), teniendo como valor de suelo natural un I.P. de 25.7% y con el(4.9%+3%) de cal con cemento tenemos un I.P. de 15.4%, de (4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos I.P de 11.9 %y de %(4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos un I.P de 10 % ,lo que nos indica que la cal con cemento disminuye el I.P, clasificándolas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras es que un I.P ≤ 20, I.P.> 7 es un suelo con mediana plasticidad.

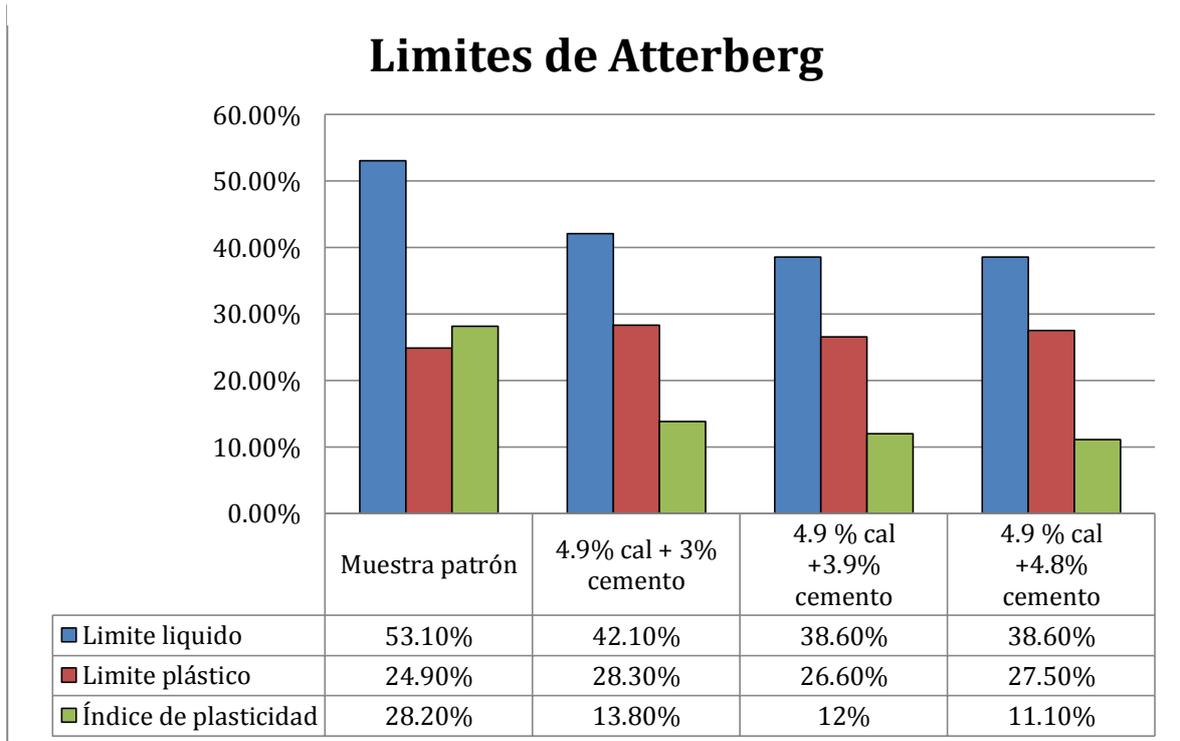
Calicata N°2

Tabla 25: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Muestra patrón	53.1%	24.9%	28.2%
4.9% cal + 3% cemento	42.1%	28.3%	13.8%
4.9 % cal +3.9% cemento	38.6%	26.6%	12%
4.9 % cal +4.8% cemento	38.6%	27.5%	11.1%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 53: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg experimentales al aplicarle el (4.9%+3%) ,(4.9%+3.9%) y (4.9%+4.8%), teniendo como valor de suelo natural un I.P. de 28.2% y con el(4.9%+3%) de cal con cemento tenemos un I.P. de 13.8%, de (4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos I.P de 12%y de %)(4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos un I.P de 11.1% ,lo que nos indica que la cal disminuye el I.P, clasificándolas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras es que un I.P ≤ 20, I.P.> 7 es un suelo con mediana plasticidad.

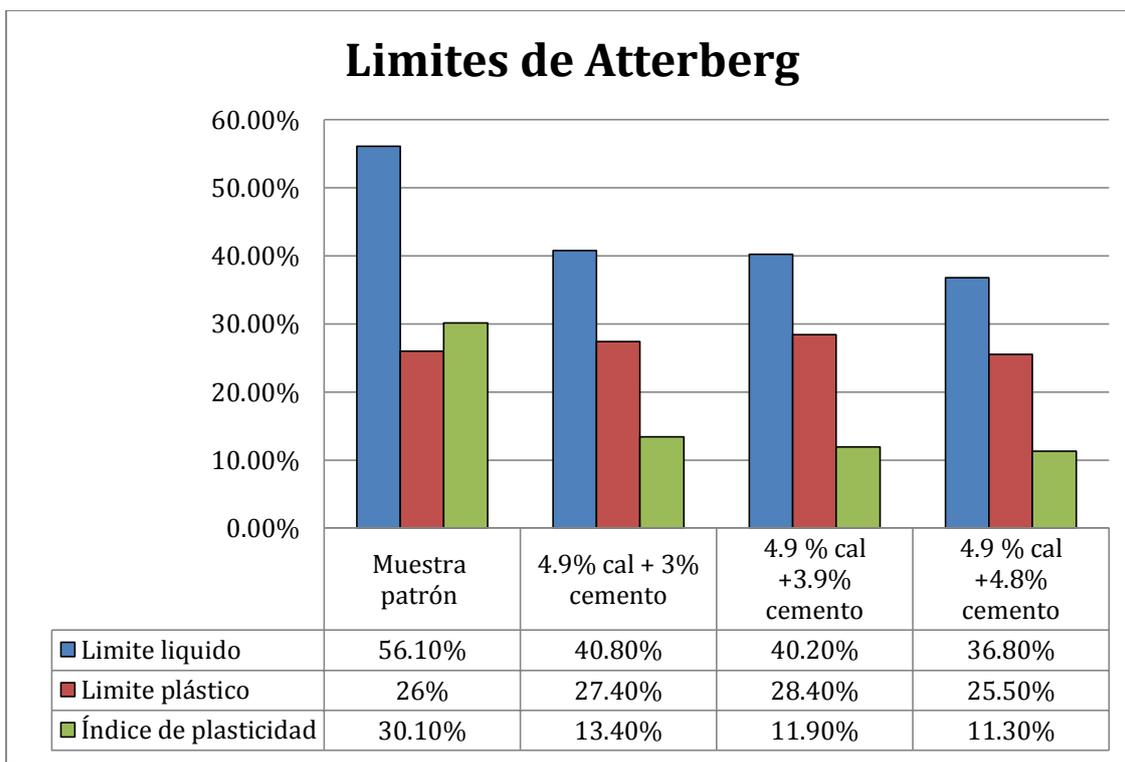
Calicata N°3

Tabla 26: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento

Descripción	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Muestra patrón	56.1%	26%	30.1%
4.9% cal + 3% cemento	40.8%	27.4%	13.4%
4.9 % cal +3.9% cemento	40.2%	28.4%	11.9%
4.9 % cal +4.8% cemento	36.8%	25.5%	11.3%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 54: Gráfico del Límite de Atterberg aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa en los ensayos de límites de Atterberg experimentales al aplicarle el (4.9%+3%) ,(4.9%+3.9%) y (4.9%+4.8%), teniendo como valor de suelo natural un I.P. de 30.1% y con el(4.9%+3%) de cal con cemento tenemos un I.P. de 13.40%, de (4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos I.P de 11.90%y de %(4.9%+3.9%) de cal con cemento tenemos un I.P de 11.30% ,lo que nos indica que la cal disminuye el I.P, clasificándolas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras es que un $I.P \leq 20$, $I.P. > 7$ es un suelo con mediana plasticidad.

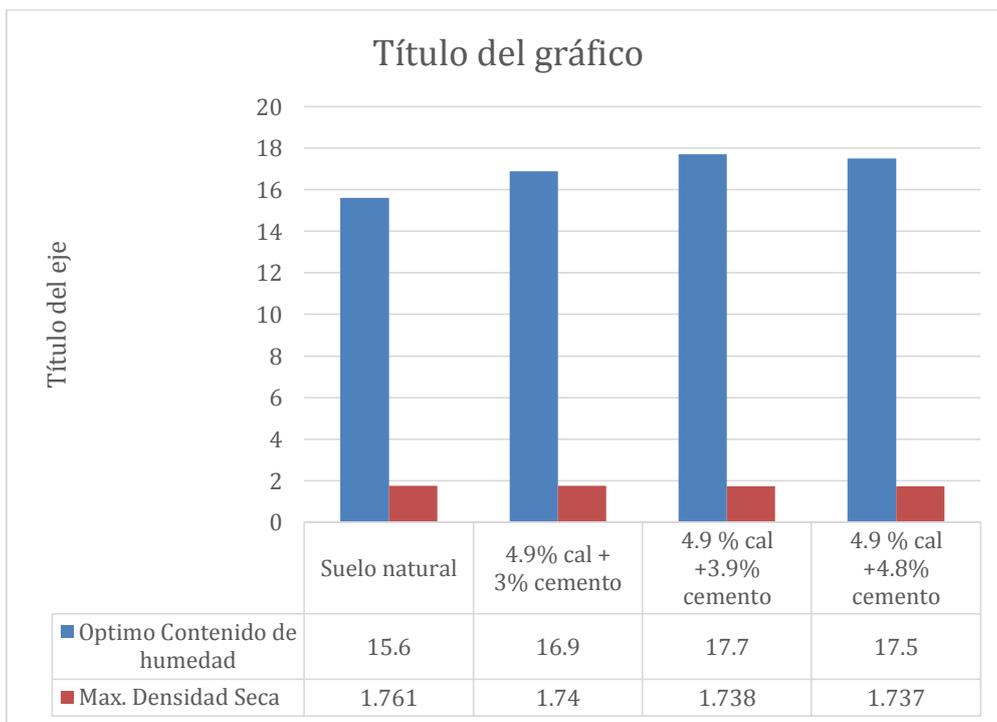
**4.6.2. Ensayos de Proctor modificado Cal +cemento (ASTM D 1557)
Calicata N°1**

Tabla 27: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.

descripción	Optimo Contenido de humedad	Max. Densidad Seca
Suelo natural	15.6	1.761 gr/cm ³
4.9% cal + 3% cemento	16.9	1.740 gr/cm ³
4.9 % cal +3.9% cemento	17.7	1.738 gr/cm ³
4.9 % cal +4.8% cemento	17.5	1.737 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Imagen 55: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En los ensayos del suelo natural + cal + cemento de Proctor modificado podemos observar, que en la C-01 tenemos una Máxima densidad (MDS) del suelo natural de 1.761 (gr/cm³), al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 1.740(gr/cm³), con 4.9% + 3.9% tenemos 1.738(gr/cm³) y con 4.9% + 4.8% tenemos 1.737(gr/cm³), sabiendo que la cal es un porcentaje constante para nuestra investigación; por otro lado tenemos los resultados del Optimo Contenido de Humedad (OCH) para la C-01 suelo natural es 15.6%, , al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 16.9%, con 4.9% + 3.9% tenemos 17.7% y con 4.9% + 4.8% tenemos 17.5%.

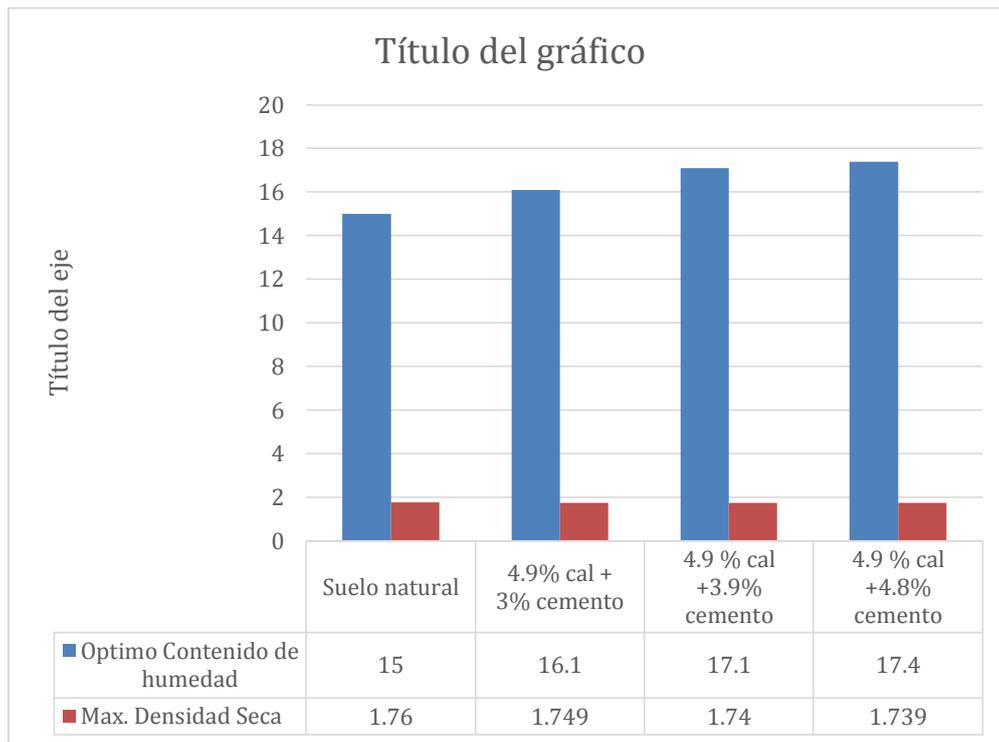
Calicata N°2

Tabla 28: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento

descripción	Optimo Contenido de humedad	Max. Densidad Seca
Suelo natural	15.0	1.760
4.9% cal + 3% cemento	16.1	1.749
4.9 % cal +3.9% cemento	17.1	1.740
4.9 % cal +4.8% cemento	17.4	1.739

Fuente: Elaboración propia

Imagen 56: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En los ensayos del suelo natural + cal + cemento de Proctor modificado podemos observar, que en la C-02 tenemos una Máxima densidad (MDS) del suelo natural de 1.760 (gr/cm³), al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 1.749(gr/cm³), con 4.9% + 3.9% tenemos 1.740(gr/cm³) y con 4.9% + 4.8% tenemos 1.739(gr/cm³), sabiendo que la cal es un porcentaje constante para nuestra investigación; por otro lado tenemos los resultados del Optimo Contenido de Humedad (OCH) para la C-01 suelo natural es 15.00%, , al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 16.3%, con 4.9% + 3.9% tenemos 17.1% y con 4.9% + 4.8% tenemos 17.40%.

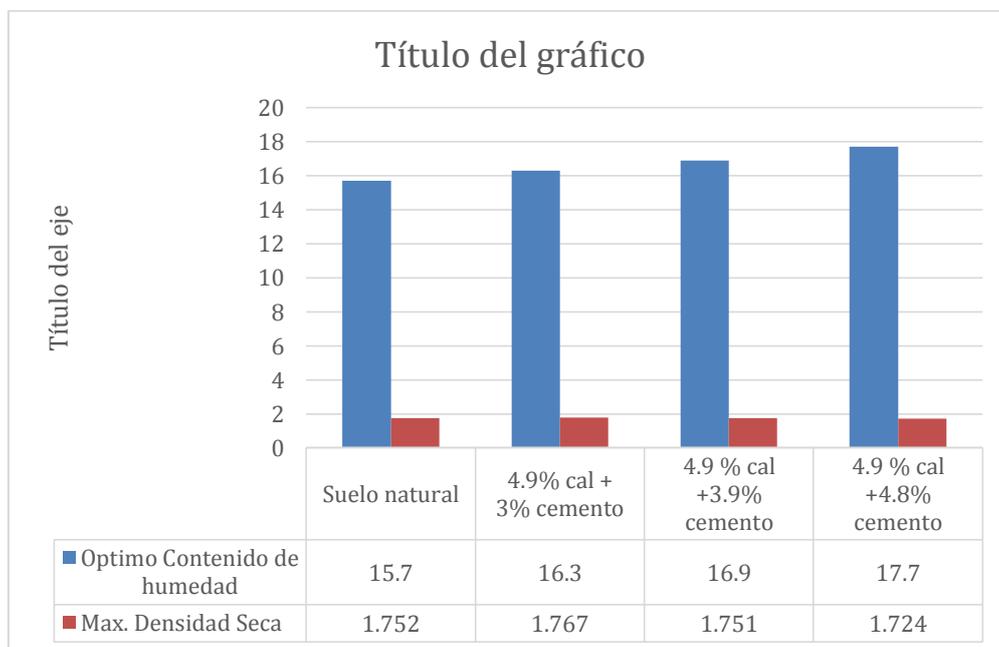
Calicata N°3

Tabla 29: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos de Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento

descripción	Optimo Contenido de humedad	Max. Densidad Seca
Suelo natural	15.7	1.752
4.9% cal + 3% cemento	16.3	1.767
4.9 % cal +3.9% cemento	16.9	1.751
4.9 % cal +4.8% cemento	17.7	1.724

Fuente: Elaboración propia

Imagen 57: Gráfico del Proctor modificado aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En los ensayos del suelo natural + cal + cemento de Proctor modificado podemos observar, que en la C-03 tenemos una Máxima densidad (MDS) del suelo natural de 1.752 (gr/cm³), al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 1.767(gr/cm³), con 4.9% + 3.9% tenemos 1.751(gr/cm³) y con 4.9% + 4.8% tenemos 1.724(gr/cm³), sabiendo que la cal es un porcentaje constante para nuestra investigación; por otro lado tenemos los resultados del Optimo Contenido de Humedad (OCH) para la C-01 suelo natural es 15.70%, , al aplicarle 4.9%(cal) + 3%(cemento) tenemos 16.3%, con 4.9% + 3.9% tenemos 16.90% y con 4.9% + 4.8% tenemos 17.70%.

4.6.3. Ensayos de C.B.R Cal + cemento (ASTM D 1833)

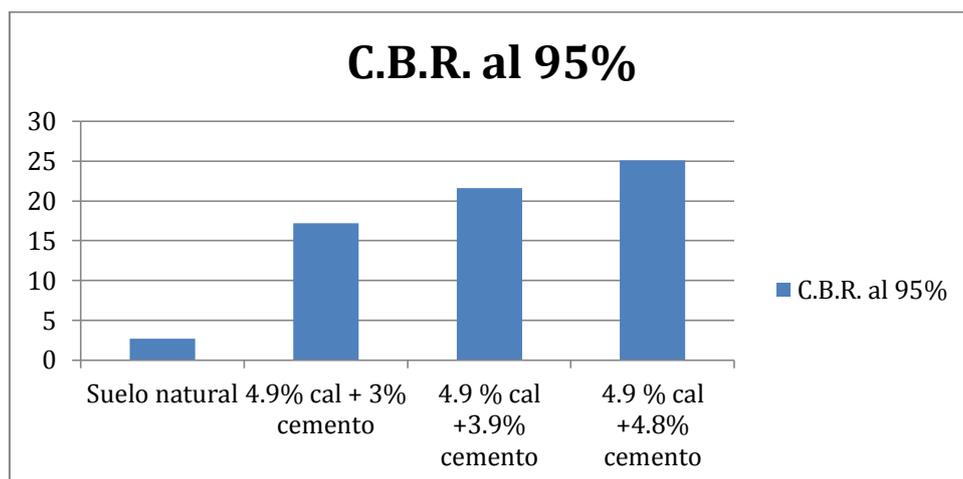
Calicata N°1

Tabla 30: Resumen de los resultados de la C-01 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.

descripción	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
Suelo natural	3.7	4.7
4.9% cal + 3% cemento	15.4	24.7
4.9 % cal +3.9% cemento	17.5	30.1
4.9 % cal +4.8% cemento	24.7	36.8

Fuente: Elaboración propia

Imagen 58: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.

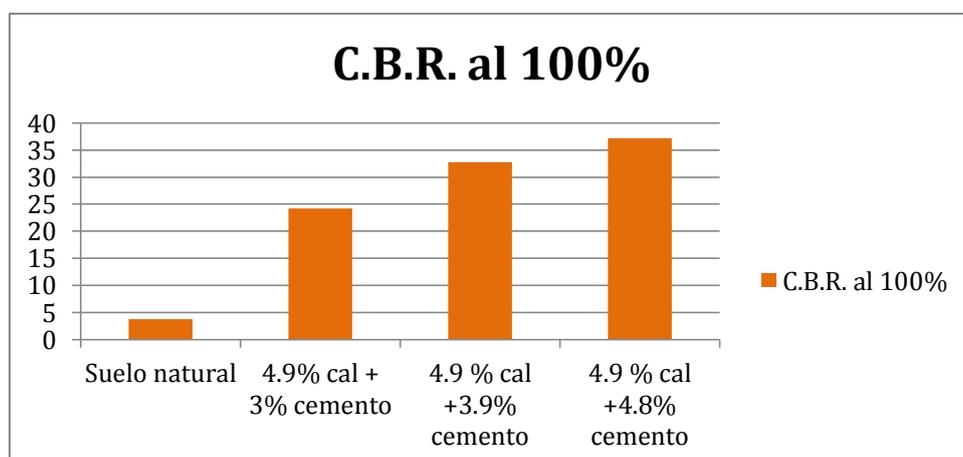


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente gráfico se puede observar como los valores del C.B.R. de la C-01; al 95% van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 3.7%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 24.7%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 568% en su valor.

Imagen 59: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-01.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente gráfico se puede observar como los valores del C.B.R. de la C-01; al **100%** van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 3.7%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 36.8%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 885% en su valor.

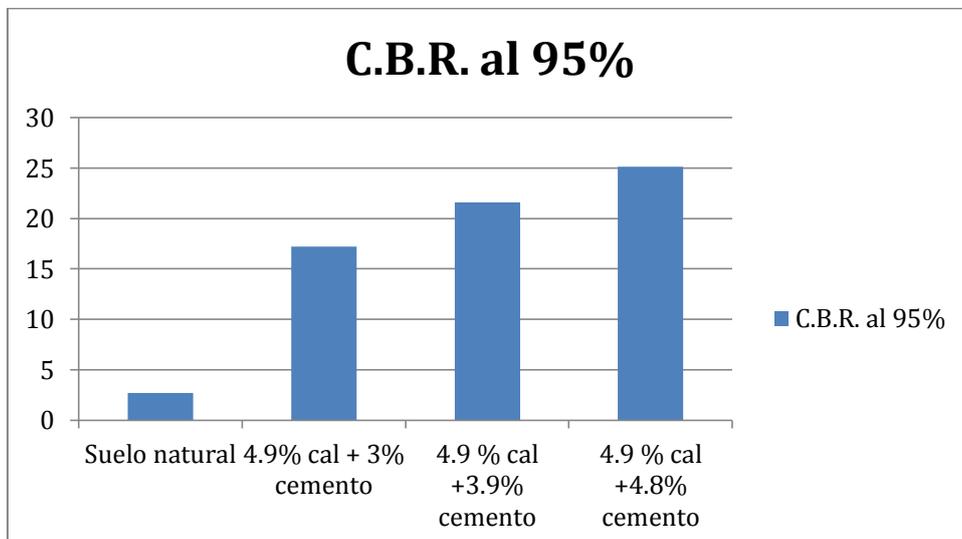
Calicata N°2

Tabla 31: Resumen de los resultados de la C-02 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.

descripción	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
Suelo natural	2.8	3.7
4.9% cal + 3% cemento	17.9	26.4
4.9 % cal +3.9% cemento	18.5	28.7
4.9 % cal +4.8% cemento	27.2	39.5

Fuente: Elaboración propia

Imagen 60: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.

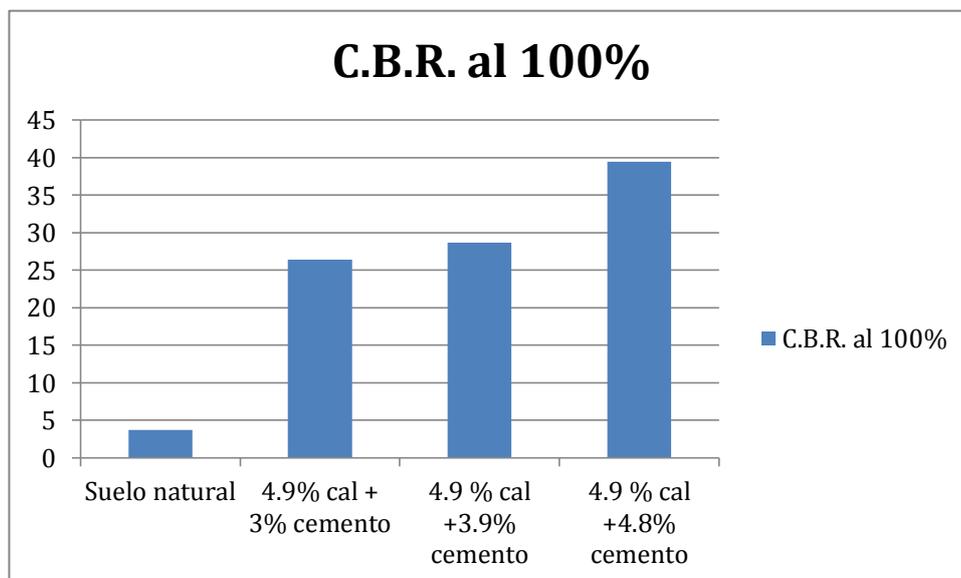


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R de la C-02; al **95%** van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 2.8%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 27.2%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 871% en su valor.

Imagen 61: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-02.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R de la C-02; al **100%** van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 2.8%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 39.5%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 968% en su valor.

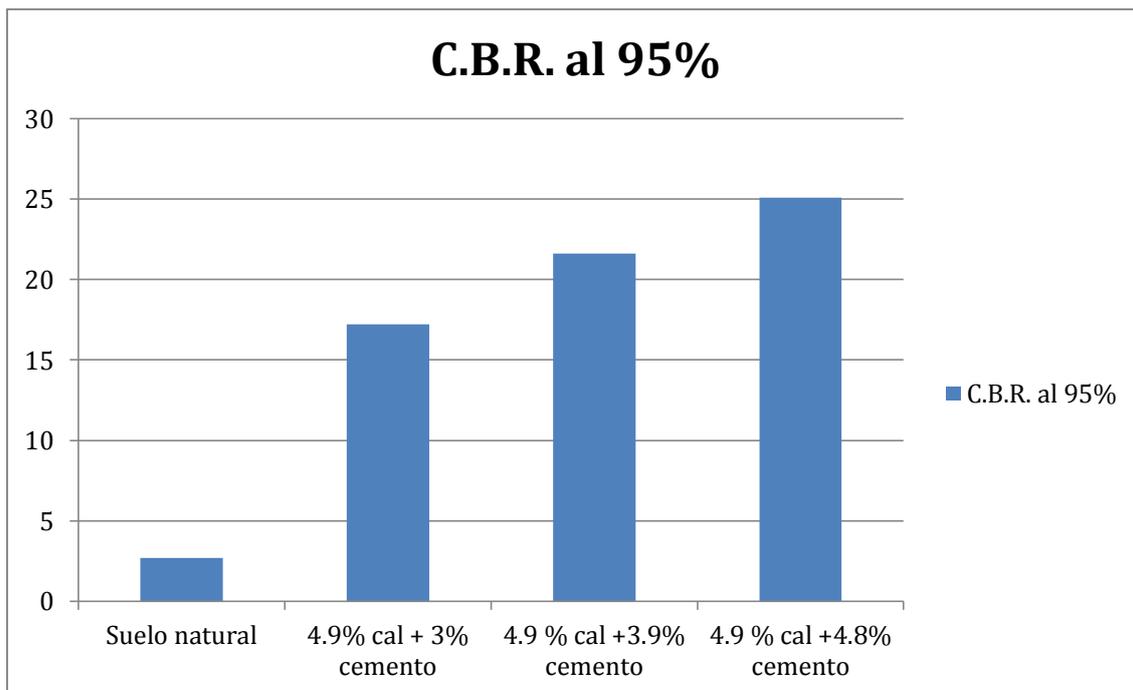
Calicata N°3

Imagen 62: Resumen de los resultados de la C-03 en los ensayos de C.B.R. aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento.

descripción	C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
Suelo natural	2.7	3.7
4.9% cal + 3% cemento	17.2	24.2
4.9 % cal +3.9% cemento	21.6	32.8
4.9 % cal +4.8% cemento	25.1	37.2

Fuente: Elaboración propia

Imagen 63: Gráfico del C.B.R. al 95% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.

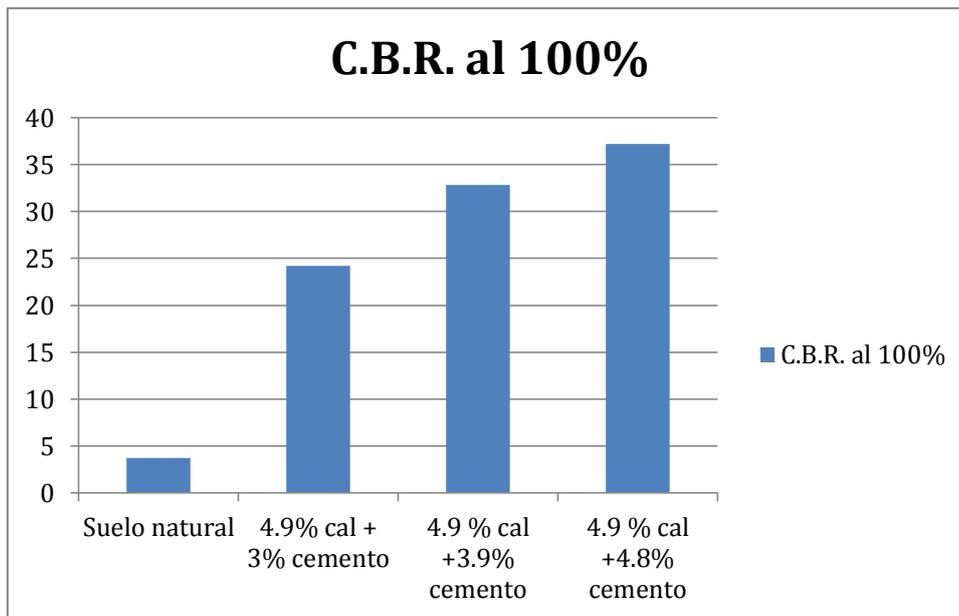


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R de la C-03; al **95%** van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 2.7%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 25.1%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 930% en su valor.

Imagen 64: Gráfico del C.B.R. al 100% aplicando las combinaciones del suelo natural + cal hidratada + cemento en la C-03.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Del siguiente grafico se puede observar como los valores del C.B.R de la C-03; al **95%** van aumentando sus valores ascendentemente, su suelo natural tiene un valor inicial de 2.7%, aumentando con las dosificaciones de cal y cemento (16% de cemento + 7% cal) en proporciones de 30% y 70% respectivamente, llegando su mayor valor a 37.2%, el cual han sido obtenidos al añadir el máximo porcentaje de cal, propuesto en la investigación esto quiere decir que ha aumentado su capacidad de soporte hasta 1278% en su valor.

Prueba de hipótesis

Límites de Atterberg

Para la prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados (datos) del índice de plasticidad obtenidos con la aplicación de cal con cemento en tres porcentajes diferentes de (4.9% de cal con 3% de cemento),(4.9% de cal con 3.9% de cemento)y (4.9% de cal con 4.8% de cemento) a muestras de suelos extraídos de tres calicatas (C-01,C-02 y C-03), Para lograr la comprobación de la hipótesis específica y llegar a la decisión estadística, por lo cual se planteó la hipótesis nula (H0) y la hipótesis Alternativa (H1), que son las siguientes:

- H0: La aplicación de la cal con el cemento no reducirá el índice de plasticidad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.
- H1: La aplicación de la cal con el cemento reducirá el índice de plasticidad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.

Para mayor conformidad en la prueba de hipótesis se opta por un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) que sería un porcentaje de intervalo de confianza de 95 %, Por lo tanto , la regla de decisión establecida es que si $p \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.

1. Grupo: IP+ 0% / IP + (4.9%de cal con 3% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3%) obtener un índice de plasticidad, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 32: Resultados de los ensayos

item	grupos	IP_4.9_3
CALICATA_1	pre test	25,70
CALICATA_2	pre test	28,20
CALICATA_3	pre test	30,10
CALICATA_1	post test _ 4.9%+3%	15,40
CALICATA_2	post test _ 4.9%+3%	13,80
CALICATA_3	post test _ 4.9%+3%	13,40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_4.9_3 pre test	,203	3	.	,994	3	,850
post test _ 4.9%+3%	,314	3	.	,893	3	,363

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.994 y 0.893**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes)

Tabla 34: Estadística de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
IP_4.9_3 pre test	3	28,0000	2,20681	1,27410
post test_ 4.9%+3%	3	14,2000	1,05830	,61101

Fuente : *Elaboración propia*

Tabla 35: Pruebas de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	Inferior	Superior
IP_4.9_3	Se asumen varianzas iguales	1,073	,359	9,766	4	,001	13,80000	1,41303	9,87679	17,72321
	No se asumen varianzas iguales			9,766	2,874	,003	13,80000	1,41303	9,18920	18,41080

Fuente : *Elaboración propia*

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significancias entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p=$ significancia bilateral) de 0.001 y 0.003(ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Grupo: IP+ 0% / IP + (4.9%de cal con 3.9% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3.9%) obtener un índice de plasticidad, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 36: Resultados de los ensayos

 item	 grupos	 IP_4.9_3.9
CALICATA_1	pre test	25,70
CALICATA_2	pre test	28,20
CALICATA_3	pre test	30,10
CALICATA_1	post test_4.9%+3.9%	11,90
CALICATA_2	post test_4.9%+3.9%	11,10
CALICATA_3	post test_4.9%+3.9%	12,20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_4.9_3.9 pre test	,203	3	.	,994	3	,850
post test_4.9%+3.9%	,282	3	.	,936	3	,510

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.850 y 0.510**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 38: Estadísticas de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
IP_4.9_3.9 pre test	3	28,0000	2,20681	1,27410
post test_4.9%+3.9%	3	11,7333	,56862	,32830

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
IP_4.9_3.9	Se asumen varianzas iguales	2,647	,179	12,363	4	,000	16,26667	1,31572	12,61365	19,91968
	No se asumen varianzas iguales			12,363	2,264	,004	16,26667	1,31572	11,19417	21,33917

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de 0.000 y 0.004 (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3.9% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

d. Grupo: IP+ 0% / IP + (4.9%de cal con 4.8% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 4.8%) obtener un índice de plasticidad, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 40: Resultados de ensayos

item	grupos	IP_4.9_4.8
CALICATA_1	pre test	25,70
CALICATA_2	pre test	28,20
CALICATA_3	pre test	30,10
CALICATA_1	post test_4.9%+4.8%	10,00
CALICATA_2	post test_4.9%+4.8%	11,30
CALICATA_3	post test_4.9%+4.8%	12,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_4.9_4.8						
pre test	,203	3	.	,994	3	,850
post test_4.9%+4.8%	,245	3	.	,971	3	,672

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.850 y 0.672**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 42: Estadísticas de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
IP_4.9_4.8				
pre test	3	28,0000	2,20681	1,27410
post test_4.9%+4.8%	3	11,1000	1,01489	,58595

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de dev. estándar	Inferior	Superior
IP_4.9_4.8									
Se asumen varianzas iguales	1,226	,330	12,051	4	,000	16,90000	1,40238	13,00637	20,79363
No se asumen varianzas iguales			12,051	2,810	,002	16,90000	1,40238	12,26110	21,53890

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de 0.000 y 0.002 (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% de cal con 4.8% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CBR al 95 %

Para la prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados (datos) del CBR obtenidos con la aplicación de cal con cemento en tres porcentajes diferentes de (4.9% de cal con 3% de cemento), (4.9% de cal con 3.9% de cemento) y (4.9% de cal con 4.8% de cemento) a muestras de suelos extraídos de tres calicatas (C-01, C-02 y C-03), Para lograr la comprobación de la hipótesis específica y llegar a la decisión estadística, por lo cual se planteó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alterna (H_1), que son las siguientes:

- H_0 : La aplicación de la cal con el cemento no mejorara la resistencia del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.
- H_1 : La aplicación de la cal con el cemento mejorara la resistencia del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José – Chichizu, Junín 2019.

Para mayor conformidad en la prueba de hipótesis se opta por un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) que sería un porcentaje de intervalo de confianza de 95 %, Por lo tanto , la regla de decisión establecida es que si $p \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula .

1. Grupo: C.B.R.+ 0% / C.B.R. + (4.9%de cal con 3% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3%) obtener una resistencia, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 44: Resultados de ensayos

Item	grupos	CBR_4.9_3
CALICATA_1	pre test	3,70
CALICATA_2	pre test	2,80
CALICATA_3	pre test	2,70
CALICATA_1	post test _ 4.9%+3%	15,40
CALICATA_2	post test _ 4.9%+3%	17,90
CALICATA_3	post test _ 4.9%+3%	17,20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR_4.9_3 pre test	,353	3	.	,824	3	,174
post test _ 4.9%+3%	,279	3	.	,939	3	,525

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.174 y 0.525**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 46: Estadísticas de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CBR_4.9_3 pre test	3	3,0667	,55076	,31798
post test _ 4.9%+3%	3	16,8333	1,28970	,74461

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias			95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de dev. estándar	Inferior	Superior
CBR_4.9_3	Se asumen varianzas iguales	2,589	,183	-17,003	4	,000	-13,76667	,80966	-16,01465	-11,51868
	No se asumen varianzas iguales			-17,003	2,706	,001	-13,76667	,80966	-16,50924	-11,02409

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de **0.000** y **0.001** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

2. Grupo: C.B.R.+ 0% / C.B.R. + (4.9%de cal con 3.9% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3.9%) obtener una resistencia, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Resultados de ensayos

 item	 grupos	 CBR_4.9_3.9
CALICATA_1	pre test	3,70
CALICATA_2	pre test	2,80
CALICATA_3	pre test	2,70
CALICATA_1	post test_4.9%+3.9%	17,50
CALICATA_2	post test_4.9%+3.9%	18,50
CALICATA_3	post test_4.9%+3.9%	21,60

Tabla 49: Prueba de normalidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
grupos		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR_4.9_3.9	pre test	,353	3	.	,824	3	,174
	post test_4.9%+3.9%	,295	3	.	,920	3	,451

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.174 y 0.451**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 50: Estadísticas de grupo

grupos		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CBR_4.9_3.9	pre test	3	3,0667	,55076	,31798
	post test_4.9%+3.9%	3	19,2000	2,13776	1,23423

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Prueba de muestra independiente

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR_4.9_3.9	Se asumen varianzas iguales	5,433	,080	-12,658	4	,000	-16,13333	1,27454	-19,67202	-12,59465
	No se asumen varianzas iguales			-12,658	2,264	,004	-16,13333	1,27454	-21,04720	-11,21947

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de **0.000** y **0.004** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3.9% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3. Grupo: C.B.R.+ 0% / C.B.R. + (4.9%de cal con 4.8% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 4.8%) obtener una resistencia, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 52: Resultados de ensayos

item	grupos	CBR_4.9_4.8
CALICATA_1	pre test	3,700
CALICATA_2	pre test	2,800
CALICATA_3	pre test	2,700
CALICATA_1	post test_4.9%+4.8%	24,700
CALICATA_2	post test_4.9%+4.8%	27,200
CALICATA_3	post test_4.9%+4.8%	25,100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR_4.9_4.8 pre test	,353	3	.	,824	3	,174
post test_4.9%+4.8%	,330	3	.	,866	3	,286

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.174 y 0.268**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 54: Estadísticas de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CBR_4.9_4.8 pre test	3	3,06667	,550757	,317980
post test_4.9%+4.8%	3	25,66667	1,342882	,775314

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
CBR_4.9_4.8	Se asumen varianzas iguales	3,973	,117	-26,969	4	,000	-22,600000	,837987	-24,926625	-20,273375
	No se asumen varianzas iguales			-26,969	2,654	,000	-22,600000	,837987	-25,474518	-19,725482

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significancias entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error (p= significancia bilateral) de **0.000 y 0.000** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el

tratamiento con el (4.9% de cal con 4.8% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Proctor modificado.

Para la prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados (datos) del Proctor modificado obtenidos con la aplicación de cal con cemento en tres porcentajes diferentes de (4.9% de cal con 3% de cemento), (4.9% de cal con 3.9% de cemento) y (4.9% de cal con 4.8% de cemento) a muestras de suelos extraídos de tres calicatas (C-01, C-02 y C-03), Para lograr la comprobación de la hipótesis específica y llegar a la decisión estadística, por lo cual se planteó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alterna (H_1), que son las siguientes:

- H_0 : La aplicación de la cal con el cemento no aumenta el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.
- H_1 : La aplicación de la cal con el cemento aumenta el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso, para la estabilización de la sub rasante en el tramo de san José –Chichizu, Junín 2019.

Para mayor conformidad en la prueba de hipótesis se opta por un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) que sería un porcentaje de intervalo de confianza de 95 %, Por lo tanto, la regla de decisión establecida es que si $p \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula .

1. Grupo: O.C.H + 0% OCH + (4.9%de cal con 3% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3%) obtener un óptimo contenido de humedad. De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 56: Resultados de ensayos

item	grupos	OCH_4.9_3
CALICATA_1	pre test	15,60
CALICATA_2	pre test	15,00
CALICATA_3	pre test	15,70
CALICATA_1	post test _ 4.9%+3%	16,90
CALICATA_2	post test _ 4.9%+3%	16,10
CALICATA_3	post test _ 4.9%+3%	16,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OCH_4.9_3 pre test	,337	3	.	,855	3	,253
post test _ 4.9%+3%	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.855 y 0.923**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 58: Estadísticas de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
OCH_4.9_3 pre test	3	15,4333	,37859	,21858
post test _ 4.9%+3%	3	16,4333	,41633	,24037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
OCH_4.9_3	Se asumen varianzas iguales	,032	,867	-3,078	4	,037	-1,00000	,32489	-1,90205	-,09795
	No se asumen varianzas iguales			-3,078	3,964	,037	-1,00000	,32489	-1,90525	-,09475

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de **0.037 y 0.037** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3% de cemento) no ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

1. Grupo: O.C.H + 0% / OCH + (4.9%de cal con 3.9% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3.9%) obtener un óptimo contenido de humedad, De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

Tabla 60: Resultados de ensayos

item	grupos	OCH_4.9_3.9
CALICATA_1	pre test	15,60
CALICATA_2	pre test	15,00
CALICATA_3	pre test	15,70
CALICATA_1	post test_4.9%+3.9%	17,70
CALICATA_2	post test_4.9%+3.9%	17,10
CALICATA_3	post test_4.9%+3.9%	16,90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Prueba de normalidad

grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OCH_4.9_3.9						
pre test	,337	3	.	,855	3	,253
post test_4.9%+3.9%	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.855 y 0.923**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 62: Estadística de grupo

grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
OCH_4.9_3.9				
pre test	3	15,4333	,37859	,21858
post test_4.9%+3.9%	3	17,2333	,41633	,24037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	Inferior	Superior
OCH_4.9_3.9									
Se asumen varianzas iguales	,032	,867	-5,540	4	,005	-1,80000	,32489	-2,70205	-,89795
No se asumen varianzas iguales			-5,540	3,964	,005	-1,80000	,32489	-2,70525	-,89475

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significativas entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error ($p =$ significancia bilateral) de **0.005 y 0.005** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 3.9% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

2. Grupo: O.C.H + 0% / OCH + (4.9%de cal con 4.8% de cemento)

Se logró con la aplicación de cal con cemento (4.9% con 3.9%) obtener un óptimo contenido de humedad. De lo cual como paso principal se realizó la prueba de normalidad de datos a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo

Tabla 65: Resultados de ensayos

item	grupos	OCH_4.9_4.8
CALICATA_1	pre test	15,60
CALICATA_2	pre test	15,00
CALICATA_3	pre test	15,70
CALICATA_1	post test_4.9%+3.9%	17,50
CALICATA_2	post test_4.9%+3.9%	17,40
CALICATA_3	post test_4.9%+3.9%	17,70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Prueba de normalidad

grupos	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OCH_4.9_4.8 pre test	,337	3	.	,855	3	,253
post test_4.9%+4.8%	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La muestra al disponer de grados de libertad menores a 30, se considera trabajar con los contrastes de **Shapiro-Wilk**, la cual podemos conocer que posee un nivel de significancia (Sig.) de **0.855 y 0.964**, al tener ambos datos mayores al 0.05, se define que se trabajara con la prueba paramétrica **T de Student** (muestras independientes).

Tabla 66: Estadísticas de grupo

grupos		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
OCH_4.9_4.8	pre test	3	15,4333	,37859	,21858
	post test_4.9%+4.8%	3	17,5333	,15275	,08819

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de desv. estándar	Inferior	Superior
OCH_4.9_4.8	Se asumen varianzas iguales	4,129	,112	-8,910	4	,001	-2,10000	,23570	-2,75441	-1,44559
	No se asumen varianzas iguales			-8,910	2,634	,005	-2,10000	,23570	-2,91259	-1,28741

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que estadísticamente existen diferencias significancias entre las medias que han analizado, así mismo se observa un margen de error (p= significancia bilateral) de **0.001 y 0.005** (ambos menores a 0.05). Dando por conclusión que el tratamiento con el (4.9% del con 4.8% de cemento) ha sido efectivo, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN

1. La presente investigación tiene como objetivo disminuir el índice de plasticidad del suelo arcilloso para la estabilización de la sub rasante aplicando cal con cemento en el tramo de San Jose-Chichizu, Junin, para ello se realizó ensayos físicos y mecánicos a nuestro suelo con tres porcentajes diferentes(7% de cal con 10% cemento, 7% de cal con 13 % de cemento y 7% de cal con 16% cemento), de lo cual con los ensayos de laboratorio obtuvimos como resultado que nuestro suelo patrón tiene un Índice de Plasticidad de 28.2%, y con los porcentajes de cal y cemento logra reducir su I.P a 13.8%, 12% y 11.1% respectivamente con los porcentajes de cal y cemento combinados, (Sánchez, 2014), en su tesis realizo estudios de límites de atterberg donde su I.P. alcanza una disminución de 11.5% con un 7% de cal siendo este el que muestra la mayor reducción en el índice de plasticidad y a partir del cual ya no se presentan cambios significativos en este indicador.
2. Según el objetivo específico “Determinar la resistencia del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu, Junín, los resultados obtenidos de los ensayos de C.B.R. fueron positivos ya que presentan una mejora favorable de la resistencia del suelo. El valor CBR de la calicata más desfavorable en nuestra investigación es de 2.7% y se ve incrementar en 15.4%, 21.6% y 25.1% al adicionarse la cal con el cemento, el tesista (Cabana, 2017) realizo sus ensayos de resistencia del suelo arcilloso más cal y obtuvo un CBR del suelo natural de 8%, con la adición de cal hidratada obtuvo una mejora de 19% y 28%.

Contrastando con los antecedentes, se diferencia claramente el gran aumento de CBR de diseño generado por esta investigación al igual que en el antecedente nombrado.

3. Según el objetivo específico determinar el óptimo contenido de humedad del Suelo arcilloso aplicando cal con cemento para la estabilización de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu, Junín, los resultados obtenidos de los ensayos de proctor modificado fueron positivos ya que presentan una mejora favorable en el O.C.H. del suelo. Los resultados de ensayos físicos de la combinación de la cal con el cemento señalan un óptimo contenido de humedad promedio de 16.43%, 17.23% y 17.53%, Se puede notar un ascenso progresivo del Contenido de Humedad Optimo, este ascenso ocurre debido a que la cal al reaccionar químicamente con el suelo consume agua, así mismo (Sánchez, 2014) realizo sus ensayos de Optimo Contenido de Humedad con los porcentajes de cal de 3%, 5% y 7%, sus resultados fueron 33, 33.1, 33.4 respectivamente, teniendo su suelo natural una humedad optima de 31.20, también realizo este ensayo con los porcentajes de cemento 3%, 5% y 7% teniendo una humedad optima de 35%, 37.8% y 40% respectivamente, su suelo natural fue 31.50%.

VI.CONCLUSIONES

Después de haber realizado el estudio de las características físicas y mecánicas de las muestras del suelo, granulometría del suelo, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y posteriormente la comparación mediante ensayos CBR llegamos a las siguientes conclusiones.

1. Para nuestra investigación, se ha tomado el estudio del terreno natural de la carretera no pavimentada SAN JOSÉ – CHICHIZU, planteada respecto a que la aplicación de cal con cemento mejora la estabilización de la sub rasante de suelos arcillosos y si cumple con los requerimientos mínimos de resistencia que debe tener una sub-rasante, parámetros que son establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Así mismo podemos decir que el estudio realizado confirma la hipótesis planteada inicialmente, lo cual es respaldada en el procedimiento realizado para la estabilización de la sub rasante mediante la mezcla de la cal hidratada con el cemento.
2. Al analizar las muestras extraídas de la C-01, C-02 y C-03, podemos decir que el material cumple con las condiciones necesarias para ser estabilizado tanto por el cemento como con la cal ya que según SUCS han sido clasificados como un tipo de suelo CH; es decir altamente plástico, se clasifican en el grupo A-7-6 (21) según AASHTO que corresponden a arcillas plásticas.

Para los ensayos de límites de Atterberg se aplicó el estabilizador en la proporción: 70% de cal hidratada y 30% de cemento, utilizamos como porcentaje patrón el 4.9% de cal ya que según los ensayos realizados es el que reduce más el I.P del suelo arcilloso frente al 2.1% y 3.5%; así mismo lo combinamos con los porcentajes de cemento los cuales son 3%, 3.9% y 4.8%, de los porcentajes combinados llegamos a la conclusión de que el I.P del suelo arcilloso se reduce con la aplicación de la cal con cemento, los porcentajes que mejor actúan son 4.9% de la cal con el 4.8% del cemento, ya que disminuyen su I.P en un 61% respecto al suelo natural.

3. Al analizar la muestra extraída de la C-01, C-02 y C-03 a lo largo de la carretera, se pudo determinar que nuestra investigación corresponde a la clasificación según AASHTO A-7-6(21) y según SUCS nos dice que es un CH, son aquellos suelos con presencia de material arcilloso y presentan además una alta plasticidad, es por ello que el suelo tiene una baja capacidad de soporte CBR.

Al adicionar la cal con el cemento se disminuyen las proporciones, en este caso para el cemento en un 30%, siendo estas el % del cemento 3%, 3.9% y 4.8% mas 4.9% de cal para cada proporción. El valor CBR del suelo tipo A-7-6(21) se ve incrementar en 15.4%, 21.6% y 25.1% respectivamente al adicionarse la cal con el cemento, lo que tiene influencia directa en el desempeño de la vía no pavimentada; ya que tiene mayor capacidad de soporte, plasticidad, permeabilidad, lo que disminuirá los daños que pudieran ocasionarse por la presencia de lluvias.

4. Finalmente se llegó a la conclusión de que la aplicación de la cal con el cemento aumenta el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso ya que su suelo natural promedio fue de 15.43%, con la dosificación de 4.9% (cal) + 3% (cemento) se obtuvo 16.43 en promedio, con el 4.9% + 3.9% fue de 17.23 en promedio y finalmente con 4.9% + 4.8% fue de 17.53 en promedio teniendo como constante a la cal hidratada y variando los porcentajes de cemento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para reducir el índice de plasticidad de suelos arcillosos se utilice los porcentajes 16% de cemento y 7% de cal, en las siguientes proporciones 30% y 70% respectivamente, ya que de un índice de plasticidad alta se redujo a un índice de plasticidad media según el Manual de carreteras “ Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.
2. Se recomienda utilizar la aplicación de cal con cemento en suelos con un $\text{CBR} \leq 6\%$, con los porcentajes 16% de cemento y 7% de cal, en las siguientes proporciones 30% y 70% respectivamente, ya que incrementa la capacidad portante del suelo y además por un tema económico, ya que según los ensayos la dosificación del cemento a un 16% equivale relativamente al mismo valor de la mezcla de los porcentajes de cal y cemento juntos solo que en menor proporción del cemento, por lo tanto menos costo.
3. Se recomienda que para aumentar el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso se utilice los porcentajes 16% de cemento y 7% de cal, en las siguientes proporciones 30% y 70% respectivamente, ya que presenta un mejor contenido de humedad que las dosificaciones de la cal y cemento por separado.

REFERENCIAS

DAL-RE, Rafael. Caminos Rurales: Proyecto y construcción, 3ra ed. Barcelona:Mundi-prensa,2001 ,224pp.

ISBN: 84-7114-999-0

De la Fuente, E. (2013). *Suelo - Cemento Sus Usos, propiedades y aplicacion*. (M. e.Venanzi, Ed.) México: ISBN 968-464-018-8.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2006). Metodología de la Investigación. Mexico: McGRAW HILL IINTERAMERICMA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). (S. D. McGraw-Hill / Interamericana Editores, Ed.) *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HIDALGO Benavides, Deivys. “Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas organizas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de sub-rasante”. Tesis (título Profesional de Ingeniera Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecanica, 2016.193pp.

JUAN DE DIOS Salazar, Junior. Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos sohesivos, San Juan de Lurigancho – Lima. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil).Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 118pp.

Juárez, E., & Rico, A. (2012). *Mecánica de suelos. Tomo 1 Fundamentos de la mecánica de Suelos*. (S. Limusa, Ed.) México: ISBN 13: 9789681800697.

MTC. (2008). Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito. En D. G. Ferrocarriles. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa. Obtenido de Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

MTC. (2014). "Manual de carreteras" Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento. Lima: R.D. N° 10-2014-MTC/14. Obtenido de https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

MTC. (2014). *Manual de Carreteras*. R.D. N° 10-2014-MTC/14.

MTC. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima. Obtenido de https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Obtenido de Dirección General de Caminos y Ferrocarriles: https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

PALLI Apaza, Edwin. "Guía básica para la estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román". Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú : Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 184pp.

RODRIGUEZ Yupanqui, Veronika y SILVA Alcantara, Jordy. Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I mas cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil).Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 126pp.

SANCHEZ Albán, María. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del Canton Tosagua provincia de Manabí. Tesis (Título

profesional de Ingeniero civil). Ecuador: Pontifica Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. 416pp.

VALERO Alonso, Luis (1978). Compactación en carreteras y aeropuertos. Eyrolles: Barcelona. ISBN: 84-7146-005.

VELARDE del Castillo, Abel. “Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento”. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 109pp.

VENTURA Martel, Cairo y ALARCON Mestanza, Adilio. Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil).Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 154pp.

WARREN, Forsythe. Física de suelos: Mecánica de suelos,2ª Ed, costa rica: Instituto interamericano de cooperación de la agricultura, 1985,210pp.
ISBN: 84-7146-005.

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE- CHICHIZU, JUNIN 2019+C4:P40						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
problema general	objetivo general	hipotesis general	variable independiente			
¿Como mejora la aplicación de la cal con el cemento en la estabilización de la sub rasante de suelo arcilloso aplicando cal con cemento en el tramo de San Jose - Chichizu, Junin, 2019?	Determinar en cuanto mejora estabilización de la sub rasante aplicando cal con cemento en el tramo de San Jose-Chichizu, Junin, 2019.	La aplicación de la cal con el cemento mejorara la estabilización de la subrasante en el tramo de san José –Chichizu , Junin 2019.	Cal	propiedades físicas	plasticidad	referencias
					finura	
					dureza	
				proporcion de cal	3%	
					5%	
			Cemento	propiedades físicas	7%	
					finura	
					falso fraguado	
				proporcion de cemento	resistencia mecanica	
					calor de hidratacion	
10%						
13%						
16%						
problemas especificos	objetivos especificos	hipotesis espeificas	variable dependiente			
Cual es el indice de plasticidad del suelo arcilloso aplicando cal con cemento para la estabilizacion de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu ,Junin,2019 ?	Determinar el indice de plasticidad del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilizacion de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu,Junin,2019.	La aplicación de la cal con el cemento reducira el inndice de plasticidad del suelo arcilloso, para la estabilizacion de la subrasante en el tramo de san José –Chichizu , Junin 2019.	estabilizacion de la subrasante de suelo arcilloso	indice de plasticidad	limite de Atterberg	fichas de limite de Atterberg
Cual es la resistencia del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilizacion de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu ,Junin,2019 ?	Determinar la resistencia del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilizacion de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu,Junin,2019.	La aplicación de la cal con el cemento mejorara la resistencia del suelo arcilloso, para la estabilizacion de la subrasante en el tramo de san José –Chichizu , Junin 2019.		resistencia	CBR	fichas de california Bearing Ratio
¿Cuál es la densidad maima seca del suelo arcilloso aplicando cal con el cemento en la estabilizacion de la sub rasante de suelos arcillosos en el tramo de San Jose - Chichizu,Junin,2019?	Determinar la densidad maxima del suelo arcillosos aplicando cal con cemento para la estabilizacion de la sub rasante en el tramo de San Jose-Chichizu,Junin,2019.	La aplicación de la cal con el cemento mejorara la permeabilidad del suelo arcilloso, para la estabilizacion de la subrasante en el tramo de san José –Chichizu , Junin 2019.		densidad	proctor modificado	fichas de proctor modificado

ANEXO N° 2: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMILCHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

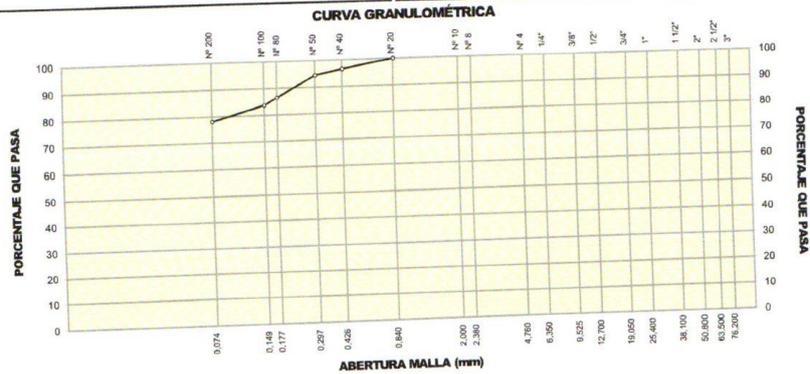
CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 0%

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
NTP 339.128 (99)					Arcilla inorgánica de alta compresibilidad . Un 21.9% de arena de grano fino, fracción fina pasante la malla N°200 en un 78.1%, altamente plástico (LL= 51.1%, IP= 25.7%); húmedo a muy húmedo.	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000					
N° 20	0.840				100.0	
N° 40	0.426	12.5	3.4	3.4	96.6	
N° 50	0.297	7.5	2.1	5.5	94.5	
N° 80	0.177	29.3	8.0	13.5	86.5	
N° 100	0.149	10.6	2.9	16.4	83.6	
N° 200	0.074	20.0	5.5	21.9	78.1	
- N° 200	-	285.2	78.1	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :		51.1
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :		25.4
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :		25.7
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :		CH
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :		A-7-6 (Z1)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (99) :		22.6

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	348.1 g
- ARENA	21.9 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	78.1 %	- PESO ARENA, g	348.1 g
		- ARENA EMPLEADA, g	365.4 g

$D_{10} : 0.074$	$D_{30} : 0.074$	$D_{60} : 0.007$
------------------	------------------	------------------




VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILGAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

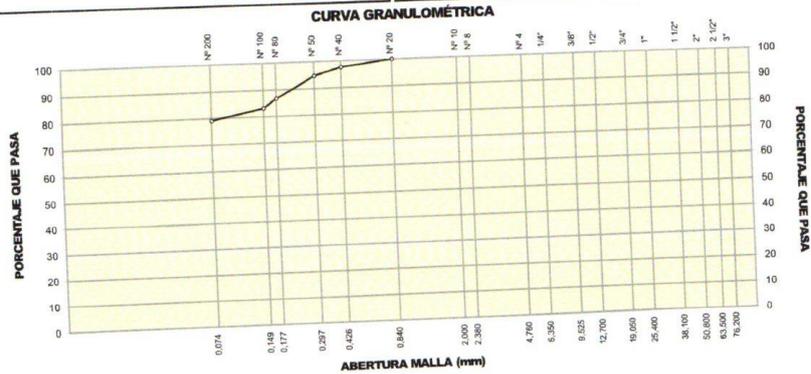
CALICATA : C-02 CAL : 0%
 MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CEMENTO : 0%

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 20.9% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 79.1%, altamente plástico (LL= 53.1%, IP= 28.2%); húmedo a muy húmedo.
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
	3"	76.200				
	2 1/2"	63.500				
	2"	50.800				
	1 1/2"	38.100				
	1"	25.400				
	3/4"	19.050				
	1/2"	12.700				
	3/8"	9.525				
	1/4"	6.350				
	N° 4	4.760				
	N° 8	2.380				
	N° 10	2.000				
	N° 20	0.840			100.0	
	N° 40	0.426	10.2	2.5	2.5	97.5
	N° 50	0.297	11.9	2.9	5.4	94.6
	N° 80	0.177	32.2	7.9	13.3	86.7
	N° 100	0.149	13.7	3.4	16.7	83.3
	N° 200	0.074	16.9	4.2	20.9	79.1
	- N° 200	-	321.0	79.1	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :		53.1
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :		24.9
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :		28.2
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :		CH
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :		A-7-6 (23)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :		21.7

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	405.7 g
- ARENA	20.9 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	79.1 %	- PESO ARENA, g	405.7 g
		- ARENA EMPLEADA, g	405.7 g

$D_{10} : 0.074$	$D_{30} : 0.074$	$D_{60} : 0.003$
------------------	------------------	------------------



[Signature]
PADILUA AYCO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CAL : 0%
 CEMENTO : 0%

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750				
N° 8	2.380				
N° 10	2.000				100.0
N° 20	0.840	2.0	0.6	0.6	99.4
N° 40	0.425	11.6	3.6	4.2	95.8
N° 50	0.297	12.3	3.8	8.0	92.0
N° 80	0.177	23.9	7.5	15.5	84.5
N° 100	0.149	12.9	4.0	19.5	80.5
N° 200	0.074	15.8	4.9	24.4	75.6
- N° 200	-	241.7	75.6	100.0	-

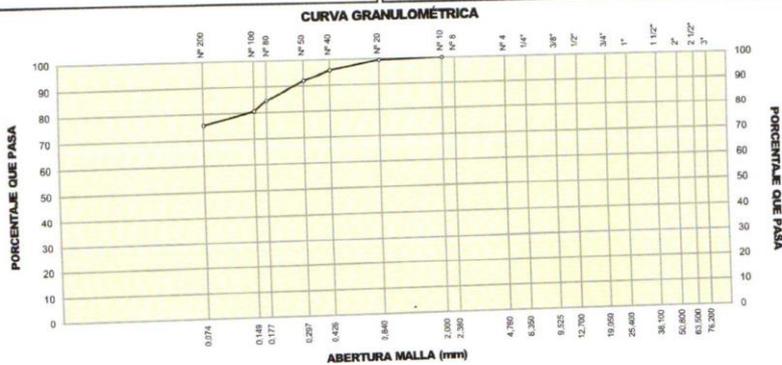
Arquilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 24.4% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 75.6%, altamente plástico (LL= 56.1%, IP= 30.1%); húmedo a muy húmedo.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) : 56.1
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) : 26.0
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) : 30.1
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) : CH
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) : A-7-6 (24)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) : 23.6

OBSERVACIONES:

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	319.8 g
- ARENA	24.4 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	75.6 %	- PESO ARENA, g	319.8 g
		- ARENA EMPLEADA, g	319.8 g

$D_{10} : 0.074$ $D_{30} : 0.074$ $D_{60} : 0.008$

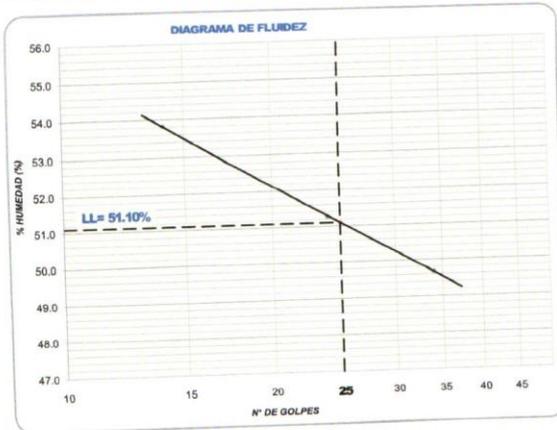


[Firma]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
NTP 339.129 (99)**

SOLICITANTE	: María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 0%
CALICATA	: C-01	CEMENTO	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	20	12	29	27	11
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.44	30.65	30.99	21.81	20.82
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	20.12	19.27
PESO AGUA, g	5.85	5.05	6.17	1.69	1.55
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	13.46	13.17
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	6.66	6.10
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	53.82	51.27	49.68	25.38	25.41
NÚMERO DE GOLPES	14	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	51.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	25.7

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).

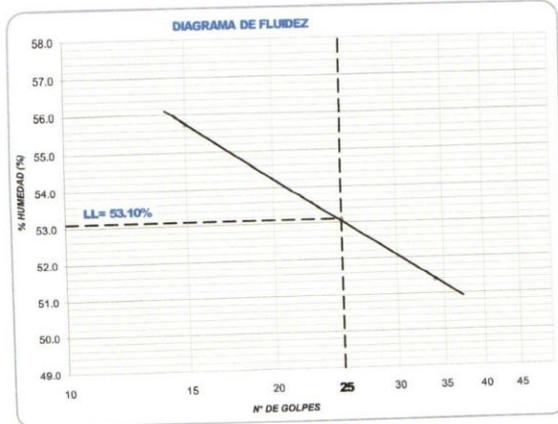
Vicente Nicolás
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 177469

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 0%
CALICATA	: C-02	CEMENTO	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	16	14	3	12	10
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.71	34.04	28.99	24.25	20.87
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	22.55	19.37
PESO AGUA, g	7.09	6.91	5.73	1.70	1.50
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	15.75	13.31
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	6.80	6.06
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	55.74	53.07	51.39	25.00	24.75
NÚMERO DE GOLPES	15	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	53.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	24.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.2

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

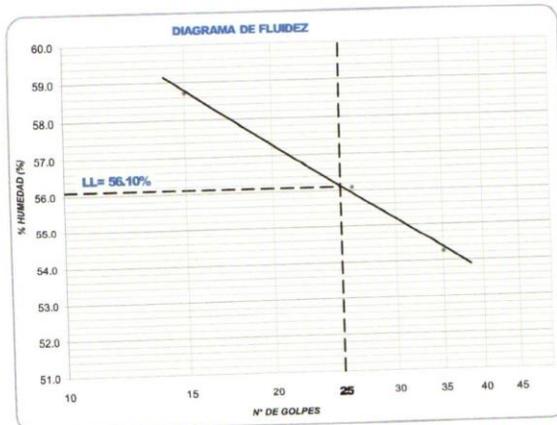

 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TECNOLOGÍA	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 0%
CALICATA	: C-03	CEMENTO	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	37	22	30	15	7
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.60	31.06	27.82	23.20	21.80
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.81	25.35	22.41	21.69	20.03
PESO AGUA, g	5.79	5.71	5.41	1.51	1.77
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.95	15.17	12.44	15.87	13.24
PESO SUELO SECO, g	9.86	10.18	9.97	5.82	6.79
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	58.72	56.09	54.26	25.95	26.07
NÚMERO DE GOLPES	15	26	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	56.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	26.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	30.1

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
 USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

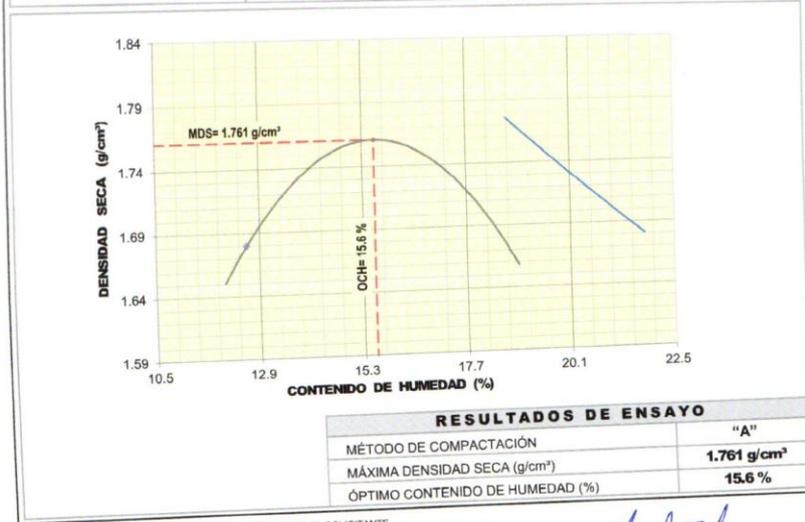
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CAL : 0%
 CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5986.0	5692.0	5727.0	5671.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1786.0	1892.0	1927.0	1871.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.892	2.004	2.041	1.982				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	685.6	759.6	826.7	759.6	751.4	812.9	825.5	843.9
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	629.8	697.6	747.2	689.2	673.1	723.1	725.7	740.9
09 - Peso del agua (g)	55.8	62.0	79.5	70.4	78.3	89.8	99.8	103.0
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	442.4	493.0	550.4	483.8	466.3	534.3	532.5	552.2
12 - Contenido de Humedad (%)	12.61	12.58	14.45	14.55	16.79	16.81	18.74	18.65
13 - Promedio de Humedad (%)	12.6	14.5	16.8	18.7				
	1.680	1.750	1.747	1.670				



OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

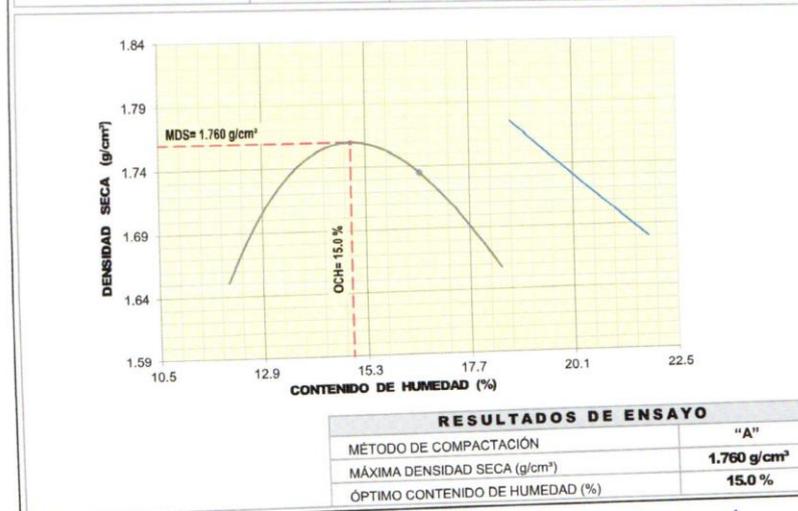
[Signature]
 VICENTE VALENZUELA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 5-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-02 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5594.0	5700.0	5709.0	5661.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1794.0	1900.0	1909.0	1861.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.900	2.013	2.022	1.971				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	584.3	513.2	553.5	575.3	601.7	606.0	598.8	591.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	541.6	477.0	508.7	526.5	543.9	547.5	535.5	530.3
09 - Peso del agua (g)	42.7	36.2	44.8	48.8	57.8	58.5	63.3	61.1
10 - Peso del tarro (g)	203.1	189.4	200.0	189.8	195.3	193.9	188.0	195.1
11 - Peso suelo seco (g)	338.5	287.6	308.7	336.7	348.6	353.6	347.5	335.2
12 - Contenido de Humedad (%)	12.61	12.59	14.51	14.49	16.58	16.54	18.22	18.23
13 - Promedio de Humedad (%)	12.6	14.5	16.6	18.2				
	1.687	1.758	1.734	1.668				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 PADILLA AYSHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

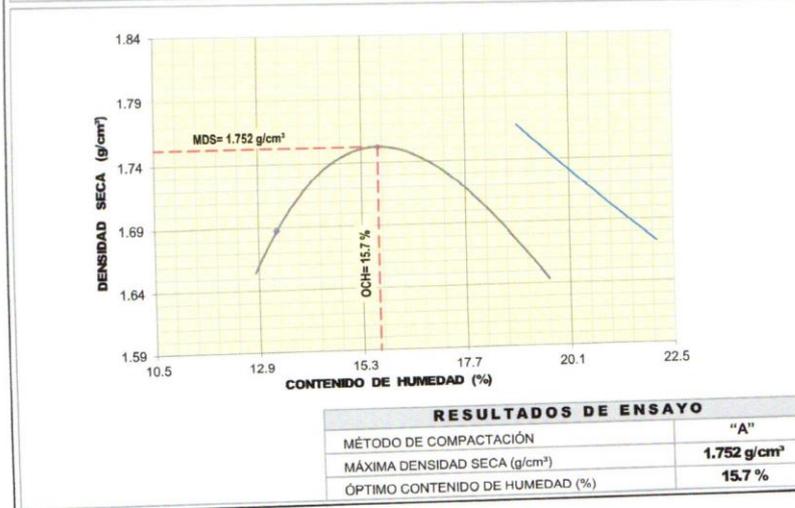
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 5-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-03 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5605.0	5703.0	5714.0	5663.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1805.0	1903.0	1914.0	1863.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.912	2.016	2.028	1.974				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	584.3	513.2	553.5	575.3	601.7	606.0	598.8	591.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	539.8	475.0	507.4	526.3	541.1	544.3	531.9	528.6
09 - Peso del agua (g)	44.5	38.2	46.1	49.0	60.6	61.7	66.9	62.8
10 - Peso del tarro (g)	206.2	187.4	204.9	204.6	193.2	189.8	187.1	205.4
11 - Peso suelo seco (g)	333.6	287.6	302.5	321.7	347.9	354.5	344.8	323.2
12 - Contenido de Humedad (%)	13.34	13.28	15.24	15.23	17.42	17.41	19.40	19.43
13 - Promedio de Humedad (%)	13.3	15.2	17.4	19.4				
	1.688	1.750	1.727	1.653				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Manuel...
 PADRINO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020-GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : **C-01** PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : **M-01** CEMENTO : 0%

MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9279.0	10142.0	9182.0	10171.0	8618.0	9748.0
PESO DEL MOLDE, g	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0	4879.0	4879.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4288.0	5151.0	4103.0	5092.0	3739.0	4869.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2289.4	2102.0	2426.4	2121.0	2630.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.038	2.250	1.952	2.099	1.763	1.851
DENSIDAD SECA	1.763	1.620	1.687	1.461	1.525	1.230
TARA N°	1	2	4	6	5	17
TARA + SUELO HUMEDO	535.6	643.6	551.1	731.0	588.2	764.5
TARA + SUELO SECO	489.2	511.6	504.4	564.9	536.6	570.0
PESO DEL AGUA	46.4	132.0	46.7	166.1	51.6	194.5
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	206.2	184.8
PESO DEL SUELO SECO	296.8	321.1	297.5	380.9	330.4	385.2
% DE HUMEDAD	15.63	41.10	15.70	43.60	15.62	50.50
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.6		38.9		15.7	

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
			DIAL pulg	EXPANSION mm %	DIAL pulg	EXPANSION mm %	DIAL pulg	EXPANSION mm %
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00 S/E	0.000	0.00	0.00	0.000
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.400	10.16 8.81	0.700	17.78 15.43	1.100	27.94 24.02

MOLDE N°	1		2		3	
	Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	12306.0	7155.0	12204.0	7112.0	12015.0
Peso del plato + molde, g	5151.0	4288.0	5092.0	4103.0	4869.0	3739.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4288.0	863.0	989.0	3546.2	1130.0	3234.4
Peso del agua absorbida, g	3709.3	23.3	27.9		34.9	
Absorción de agua, %						

PENETRACION	PRESION PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm²
0.900	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	11.0	11.0	0.6	11.0	11.0	0.6	6.0	6.0	0.3
1.270	0.050	23.0	23.0	1.2	23.0	23.0	1.2	12.0	12.0	0.6
1.905	0.075	38.0	38.0	2.0	35.0	35.0	1.8	18.0	18.0	0.9
2.540	0.100	70.3	51.0	2.6	46.0	46.0	2.4	23.0	23.0	1.2
3.810	0.150		74.3	3.8	64.0	64.0	3.3	35.0	35.0	1.8
5.080	0.200	105.5	95.6	4.9	78.5	78.5	4.1	43.6	43.6	2.3
6.350	0.250		112.0	5.8	91.7	91.7	4.7	53.3	53.3	2.8
7.620	0.300		127.1	6.6	103.4	103.4	5.3	61.2	61.2	3.2
10.160	0.400		153.3	7.9	123.2	123.2	6.4	74.2	74.2	3.8
12.700	0.500		173.3	9.0	139.1	139.1	7.2	83.3	83.3	4.3

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACION EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Nicolas
 PADILLA VIBIANO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNÍN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

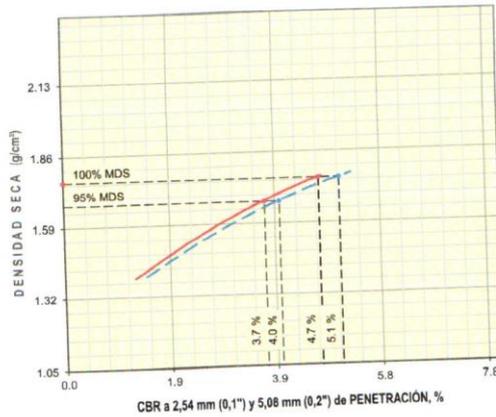
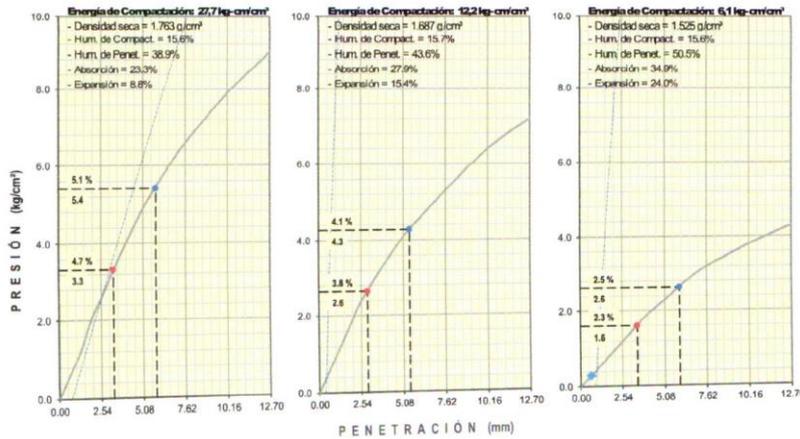
REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.761
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.6

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	4.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 PADILLA ANTONIO
 VICERESINGROS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 5-jul.-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 0%

MOLDE N°	12		13		14	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9279.0	9515.0	9130.0	9406.0	8873.0	9186.0
PESO DEL MOLDE, g	5095.0	5095.0	5048.0	5048.0	5115.0	5115.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4184.0	4420.0	4082.0	4358.0	3758.0	4071.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2058.0	2340.6	2103.0	2543.1	2104.0	2752.9
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.033	1.888	1.941	1.714	1.786	1.479
DENSIDAD SECA	1.768	1.554	1.685	1.393	1.552	1.186
TARA N°	3	4	12	11	15	21
TARA + SUELO HÚMEDO	516.9	600.2	572.7	617.0	540.4	637.2
TARA + SUELO SECO	474.1	530.6	522.1	531.1	495.5	590.6
PESO DEL AGUA	42.8	69.6	50.6	85.9	44.9	86.6
PESO DE LA TARA	188.7	206.9	188.8	187.4	197.6	200.0
PESO DEL SUELO SECO	285.4	323.7	333.3	343.7	297.9	350.6
% DE HUMEDAD	15.00	21.50	15.18	25.00	15.07	24.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.0		21.5		15.1	

EXPANSION										
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION
				mm	%		mm	%		
01/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
05/07/2020	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.73	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56 30.84

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	12	13	14
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11575.0	11470.0	11217.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4420.0	4358.0	4071.0
Peso suelo hum. sin embeber, g	4184.0	4082.0	3758.0
Peso del agua absorbida, g	236.0	276.0	313.0
Peso del suelo seco, g	3638.3	3543.4	3265.0
Absorción de agua, %	6.5	7.8	9.6

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		11.0	11.0	0.6	9.9	0.5	6.0	6.0	0.3	0.3
1.270	0.050		23.0	23.0	1.2	20.7	1.1	12.0	12.0	0.6	0.6
1.905	0.075		37.0	37.0	1.9	31.5	1.6	18.0	18.0	0.9	0.9
2.540	0.100	70.3	51.0	51.0	2.6	41.4	2.1	23.0	23.0	1.2	1.2
3.810	0.150		74.3	74.3	3.8	57.6	3.0	35.0	35.0	1.8	1.8
5.080	0.200	105.5	95.6	95.6	4.9	70.6	4.1	53.3	53.3	2.8	2.8
6.350	0.250		117.0	117.0	6.0	80.1	5.0	59.3	59.3	3.1	3.1
7.620	0.300		127.1	127.1	6.6	87.5	5.5	65.0	65.0	3.4	3.4
10.160	0.400		142.1	142.1	7.3	95.3	6.2	69.3	69.3	3.8	3.8
12.700	0.500		150.9	150.9	7.8	99.9	6.7	72.0	72.0	4.0	4.0

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

[Firma]
 RADI LA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469



ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

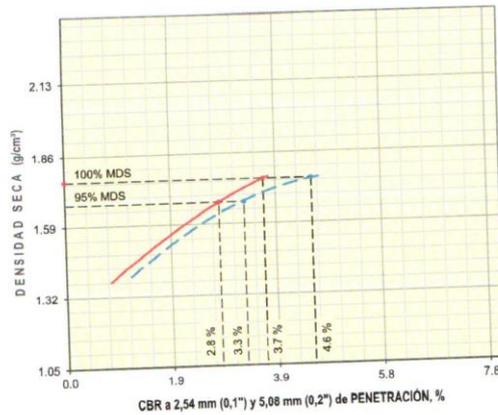
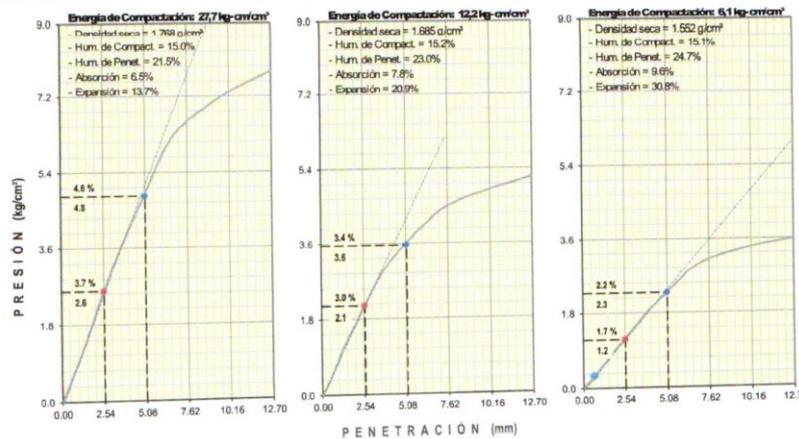
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020 GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G. B. S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 5-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.760
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.0

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	3.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	2.8
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	4.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.3

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(23)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE ROSAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 5-Jul.-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALCATA : C-03 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 0%

MOLDE N°	15		16		17	
	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9151.0	9344.0	9013.0	9317.0	8728.0	9036.0
PESO DEL MOLDE, g	4950.0	4950.0	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4201.0	4394.0	4056.0	4360.0	3711.0	4019.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2073.0	2355.7	2077.0	2517.0	2092.0	2740.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.027	1.865	1.953	1.732	1.774	1.466
DENSIDAD SECA	1.750	1.540	1.685	1.390	1.536	1.172
TARA N°	7	2	22	32	31	42
TARA + SUELO HUMEDO	586.8	588.3	528.9	703.8	562.8	655.1
TARA + SUELO SECO	532.6	519.0	482.3	605.4	514.2	561.2
PESO DEL AGUA	54.2	69.3	46.6	98.4	48.6	93.9
PESO DE LA TARA	188.4	190.5	189.4	205.4	200.1	187.1
PESO DEL SUELO SECO	344.2	328.5	292.9	400.0	314.1	374.1
% DE HUMEDAD	15.75	21.10	15.91	24.60	15.47	25.10
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.8	21.1	15.9	24.6	15.5	25.1

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
05/07/2020	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.64	0.950	24.13	21.19	1.400	35.56	31.00

MOLDE N°	15		16		17	
	11549.0		11472.0		11165.0	
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso del plato + molde, g	4394.0		4360.0		4019.0	
Peso suelo húmedo embetido, g	4201.0		4056.0		3711.0	
Peso suelo húm. sin embeber, g	193.0		304.0		308.0	
Peso del agua absorbida, g	3627.8		3499.6		3213.0	
Peso del suelo seco, g	5.3		8.7		9.6	
Absorción de agua, %						

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		13.4	13.4	0.7	9.4	9.4	0.5	6.0	6.0	0.3
1.270	0.050		27.5	27.5	1.4	19.6	19.6	1.0	12.0	12.0	0.6
1.905	0.075		38.7	38.7	2.0	29.8	29.8	1.5	18.0	18.0	0.9
2.540	0.100	70.3	51.0	51.0	2.6	39.1	39.1	2.0	23.0	23.0	1.2
3.175	0.150		69.8	69.8	3.6	54.4	54.4	2.8	35.0	35.0	1.8
3.810	0.200	105.5	86.7	86.7	4.5	66.7	66.7	3.4	43.6	43.6	2.3
4.445	0.250		99.5	99.5	5.1	78.2	78.2	4.0	53.3	53.3	2.8
5.080	0.300		111.1	111.1	5.7	83.3	83.3	4.3	59.3	59.3	3.1
5.715	0.400		128.5	128.5	6.6	93.5	93.5	4.8	65.0	65.0	3.4
6.350	0.500		136.3	136.3	7.0	97.8	97.8	5.1	69.3	69.3	3.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Alfredo Villalón
 ALFREDO VILLALÓN
 VICENTE VILLALÓN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

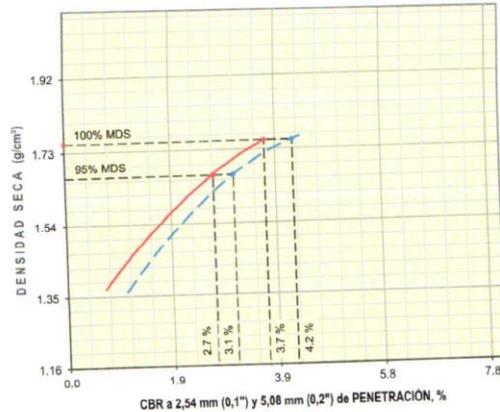
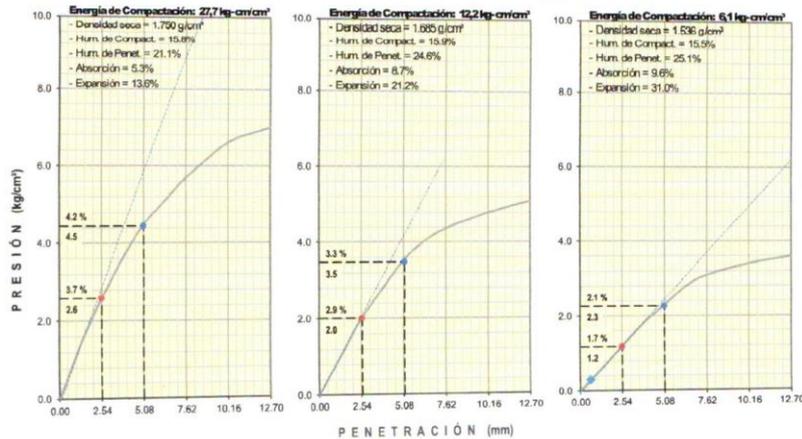
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 5-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm²	1.752
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.7

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	3.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	2.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	4.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.1

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

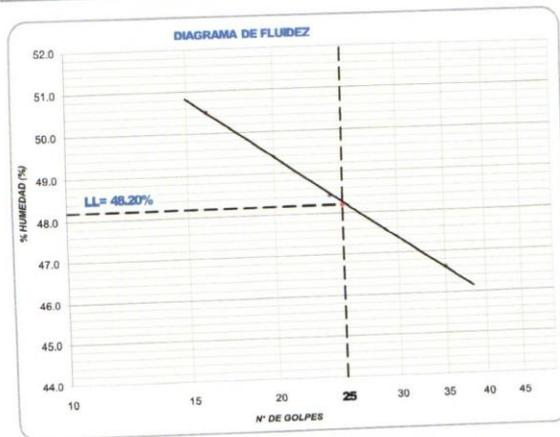
[Handwritten Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENYBINGUEAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 3%
CALICATA	: C-01	CEMENTO	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.08	30.37	30.61	23.70	20.44
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	5.49	4.77	5.79	2.01	1.75
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	50.51	48.43	46.62	27.80	28.00
NÚMERO DE GOLPES	16	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	48.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	20.3

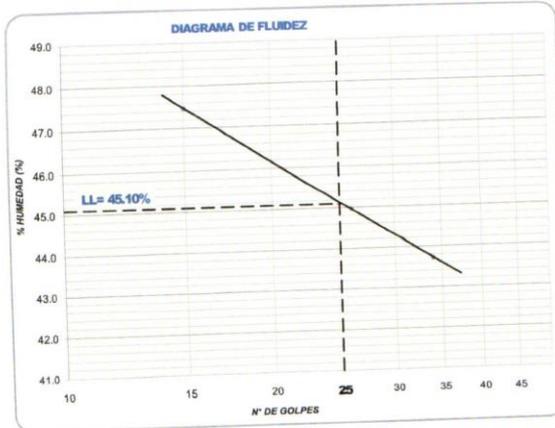
OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


 PADILLA ATALIO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 5%
CALICATA	: C-01	CEMENTO	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.75	30.03	30.25	23.70	20.43
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	5.16	4.43	5.43	2.01	1.74
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	47.47	44.97	43.72	27.80	27.84
NÚMERO DE GOLPES	15	26	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	45.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	17.3

OBSERVACIONES:	
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).	

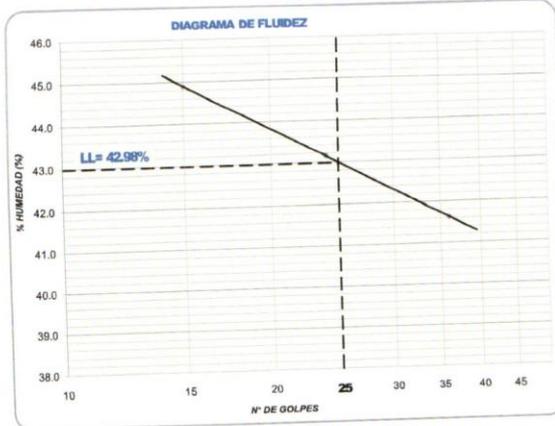

 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	CAL : 7%
CALICATA : C-01	CEMENTO : 0%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.47	29.85	29.99	23.67	20.40
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	4.88	4.25	5.17	1.98	1.71
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	44.89	43.15	41.63	27.39	27.36
NÚMERO DE GOLPES	15	24	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	43.0
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	15.6

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

[Firma]
PADIJLA AYCHO
VICENTE NICOLÁS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 177469

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

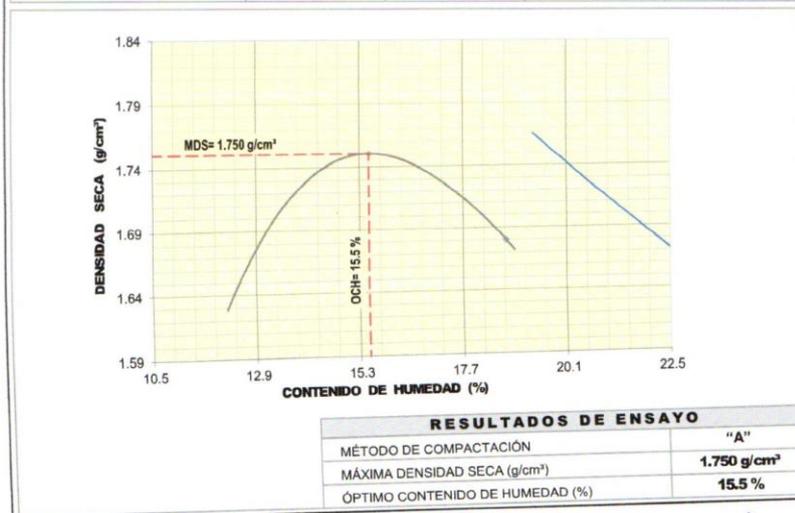
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNÍN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 3%
 CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5572.0	5665.0	5715.0	5682.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1772.0	1885.0	1915.0	1882.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.877	1.997	2.029	1.994				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	452.3	485.6	459.6	478.5	428.6	455.2	497.4	419.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	422.4	453.9	426.1	443.7	396.7	416.9	449.5	383.4
09 - Peso del agua (g)	29.9	31.7	33.5	34.8	31.9	38.3	47.9	36.4
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	235.0	249.3	229.3	238.3	189.9	228.1	256.3	194.7
12 - Contenido de Humedad (%)	12.72	12.72	14.61	14.60	16.80	16.79	18.69	18.70
13 - Promedio de Humedad (%)	12.7		14.6		16.8		18.7	
	1.665		1.743		1.737		1.680	



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE AYCHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

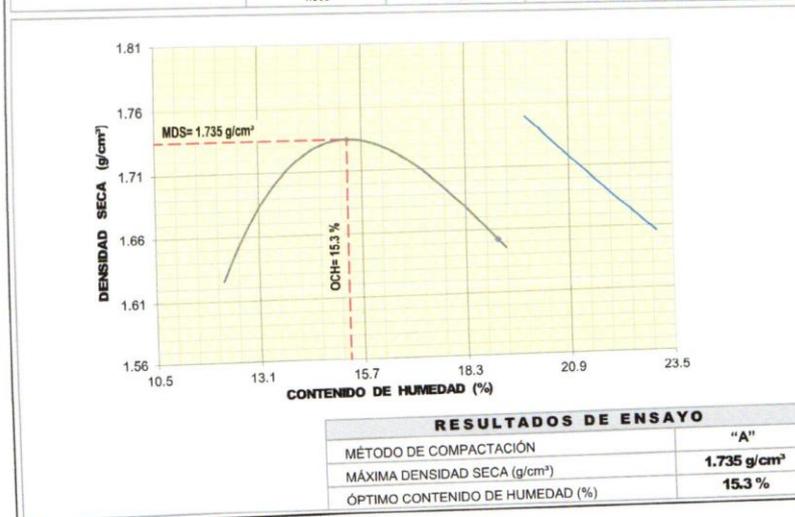
SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TECNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : **C-01** PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 5%
 MUESTRA : **M-01** CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5566.0	5672.0	5696.0	5657.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1766.0	1872.0	1896.0	1857.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.871	1.983	2.008	1.967				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	596.6	574.4	522.2	498.6	683.4	625.2	599.6	485.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	550.4	532.7	480.7	461.2	614.8	562.5	534.6	437.9
09 - Peso del agua (g)	46.2	41.7	41.5	37.4	68.6	62.7	65.0	47.5
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	363.0	328.1	283.9	255.8	408.0	373.7	341.4	249.2
12 - Contenido de Humedad (%)	12.73	12.71	14.62	14.62	16.81	16.78	19.04	19.06
13 - Promedio de Humedad (%)	12.7	14.6	16.8	19.1				
	1.660	1.730	1.719	1.652				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLO N° 010
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. DIPN° 177469

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

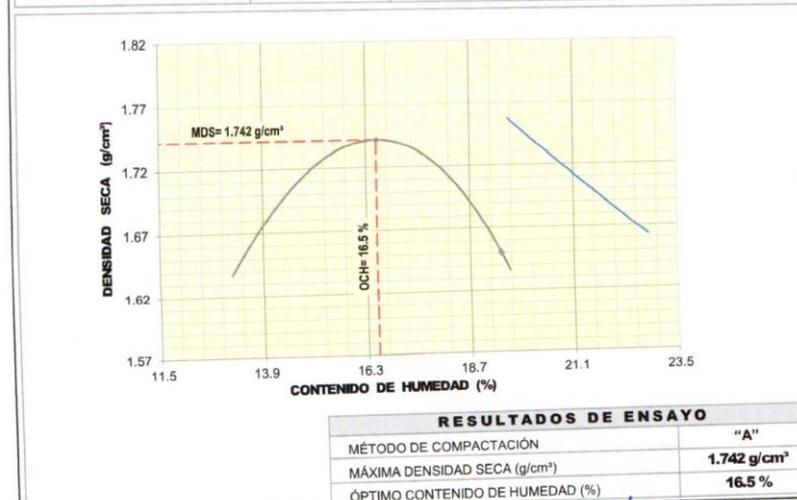
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 CAL : 7%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CEMENTO : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5587.0	5695.0	5721.0	5660.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1787.0	1895.0	1921.0	1860.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.893	2.007	2.035	1.970				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	500.6	496.5	525.6	625.1	588.1	562.2	548.5	555.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	462.9	461.4	481.0	568.2	530.9	506.2	490.8	495.7
09 - Peso del agua (g)	37.7	35.1	44.6	56.9	57.2	56.0	57.7	59.7
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	275.5	256.8	284.2	362.8	324.1	317.4	297.6	307.0
12 - Contenido de Humedad (%)	13.68	13.67	15.69	15.68	17.65	17.64	19.39	19.45
13 - Promedio de Humedad (%)	13.7	15.7	17.6	19.4				
	1.665	1.735	1.730	1.650				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Vicente Nicolás
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO EN INGENIERÍA
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020 GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 2-jul-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 3%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 8%

MOLDE N°	10	11	12								
CAPAS N°	5	5	5								
N° DE GOLPES POR CAPA	50	25	12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER								
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9159.0	9630.0	9132.0								
PESO DEL MOLDE, g	4984.0	4984.0	5096.0								
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4175.0	4646.0	4036.0								
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2256.5	2125.0								
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.022	2.059	1.899								
DENSIDAD SECA	1.749	1.726	1.644								
TARA N°	1	2	4								
TARA + SUELO HUMEDO	562.3	588.4	548.5								
TARA + SUELO SECO	512.5	511.6	502.6								
PESO DEL AGUA	49.8	74.8	45.9								
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9								
PESO DEL SUELO SECO	320.1	321.1	295.7								
% DE HUMEDAD	15.56	23.30	15.51								
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.6	19.3	15.5								
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50	9.28	0.600	15.24	13.08	1.000	25.40	22.52
ABSORCIÓN											
MOLDE N°	10	11	12								
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11801.0	11601.0	11082.0								
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0								
Peso suelo húmedo embebido, g	4646.0	4489.0	3936.0								
Peso suelo hum. sin embeber, g	4175.0	4036.0	3666.0								
Peso del agua absorbida, g	471.0	453.0	270.0								
Peso del suelo seco, g	3611.6	3494.4	3174.0								
Absorción de agua, %	3.7	4.5	5.9								
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	
mm	pulg										
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.635	0.025	32.2	32.2	1.7	21.0	21.0	1.1	11.4	11.4	0.6	
1.270	0.050	62.3	62.3	3.2	44.1	44.1	2.3	22.8	22.8	1.2	
1.905	0.075	95.2	95.2	4.9	68.2	68.2	3.5	38.4	38.4	2.0	
2.540	0.100	133.7	133.7	6.9	89.5	89.5	4.6	54.0	54.0	2.8	
3.810	0.150	200.6	200.6	10.4	125.5	125.5	6.5	84.0	84.0	4.3	
5.080	0.200	267.8	267.8	13.8	157.0	157.0	8.1	107.4	107.4	5.5	
6.350	0.250	303.1	303.1	15.7	175.2	175.2	9.1	127.8	127.8	6.6	
7.620	0.300	331.1	331.1	17.1	195.4	195.4	10.1	142.1	142.1	7.3	
10.160	0.400	359.1	359.1	18.6	232.5	232.5	12.0	162.6	162.6	8.4	
12.700	0.500	375.9	375.9	19.4	248.5	248.5	12.8	176.5	176.5	9.1	

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 PADIL B. INÉS CHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

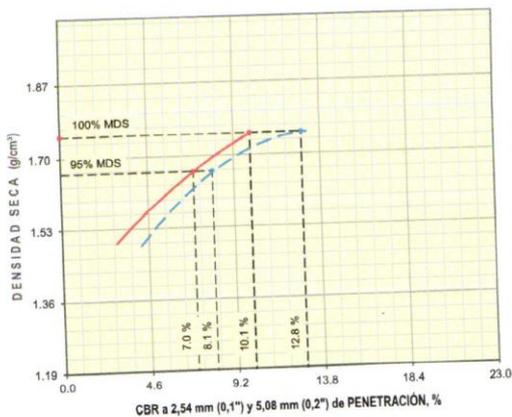
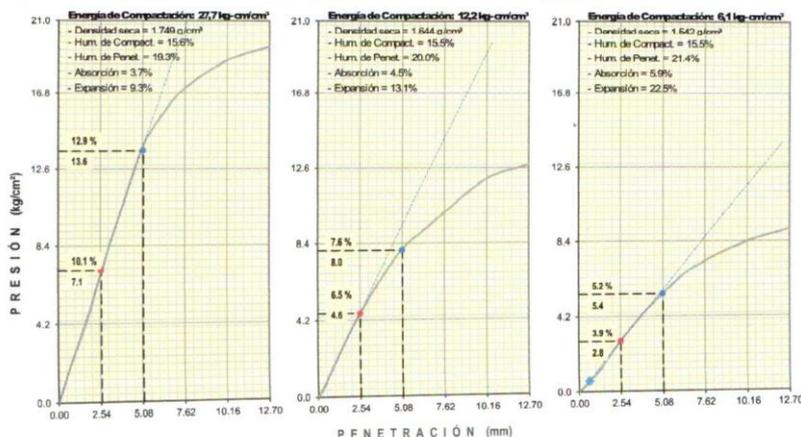
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 3%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.750
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.5

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.0
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	12.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.1

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICEREBINGO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-Jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALCATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 5%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 0%

MOLDE N°	7		8		9			
CAPAS N°	5		5		5			
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO		
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8984.0	9151.0	8448.0	8708.0	8784.0	9055.0		
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0		
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4152.0	4319.0	4253.0	4513.0	3630.0	3901.0		
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2203.7	2212.0	2385.8	2085.1	2404.9		
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.001	1.960	1.923	1.892	1.741	1.622		
DENSIDAD SECA	1.734	1.633	1.666	1.544	1.510	1.309		
TARA N°	1	2	4	6	5	17		
TARA + SUELO HÚMEDO	562.3	575.8	548.5	650.6	544.6	662.1		
TARA + SUELO SECO	513.0	511.6	502.9	564.9	499.6	570.0		
PESO DEL AGUA	49.3	64.2	45.6	85.7	45.0	92.1		
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	206.2	184.8		
PESO DEL SUELO SECO	320.6	321.1	296.0	380.9	293.4	385.2		
% DE HUMEDAD	15.38	20.00	15.39	22.50	15.34	23.90		
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.4		20.0		15.3			
EXPANSION								
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %		DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	
29/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00
03/07/2020	08:15 a. m.	4	0.278	7.06	6.20	0.375	9.53	7.86
ABSORCIÓN								
MOLDE N°	7		8		9			
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11474.0		11625.0		11047.0			
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0			
Peso suelo húmedo embebido, g	4319.0		4513.0		3901.0			
Peso suelo húm. sin embeber, g	4152.0		4253.0		3630.0			
Peso del agua absorbida, g	167.0		260.0		271.0			
Peso del suelo seco, g	3597.9		3685.4		3148.3			
Absorción de agua, %	4.6		7.1		8.6			
PENETRACIÓN								
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1		MOLDE N° 1		MOLDE N° 1	
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		66.7	66.7	3.4	52.5	52.5	2.7
1.270	0.050		129.1	129.1	6.7	109.5	109.5	5.7
1.905	0.075		197.2	197.2	10.2	168.8	168.8	8.7
2.540	0.100	70.3	277.0	277.0	14.3	220.0	220.0	11.4
3.810	0.150		415.6	415.6	21.5	313.8	313.8	16.2
5.080	0.200	105.5	554.7	554.7	28.7	392.5	392.5	20.3
6.350	0.250		633.7	633.7	32.7	451.3	451.3	23.3
7.620	0.300		685.9	685.9	35.4	487.5	487.5	25.2
10.160	0.400		743.9	743.9	38.4	538.5	538.5	27.8
12.700	0.500		770.2	770.2	39.8	563.5	563.5	29.1

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

[Firma]
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

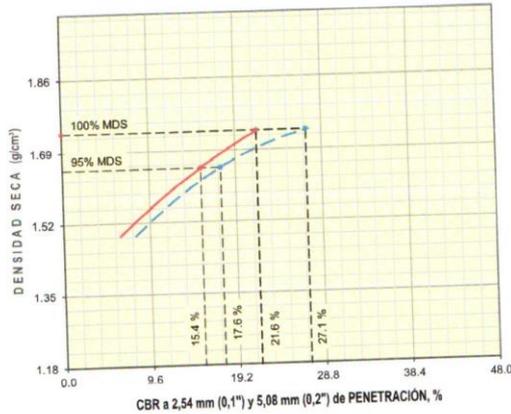
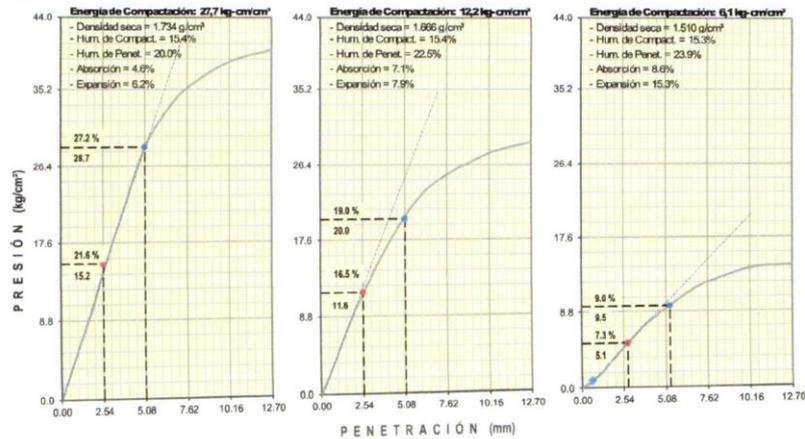
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 5%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.735
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.3
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	21.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	15.4
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	27.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.6
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

(Signature)
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 2-Jul.-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALIGATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 7%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 0%

MOLDE N°	10	11	12								
CAPAS N°	5	5	5								
N° DE GOLPES POR CAPA	55	25	12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO					
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9175.0	9312.0	9235.0	9430.0	8733.0	8926.0					
PESO DEL MOLDE, g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5096.0					
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4191.0	4328.0	4139.0	4334.0	3638.0	3831.0					
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2176.3	2125.0	2366.0	2058.0	2401.0					
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.030	1.989	1.948	1.832	1.768	1.596					
DENSIDAD SECA	1.742	1.653	1.672	1.501	1.516	1.299					
TARA N°	1	2	4	6	5	17					
TARA + SUELO HUMEDO	562.3	576.8	548.5	648.7	544.6	657.8					
TARA + SUELO SECO	509.9	511.6	500.1	564.9	496.4	570.0					
PESO DEL AGUA	52.4	65.2	48.4	83.8	48.2	87.8					
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	194.0	206.2	184.8					
PESO DEL SUELO SECO	317.5	321.1	293.2	380.9	290.2	385.2					
% DE HUMEDAD	16.50	20.30	16.49	22.00	16.61	22.80					
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.5	20.3	16.5	22.0	16.6	22.8					
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSION mm	%	DIAL pulg	EXPANSION mm	%	DIAL pulg	EXPANSION mm	%
29/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
03/07/2020	08:15 a. m.	4	0.240	6.10	5.39	0.520	13.21	11.34	0.740	18.80	16.67
ABSORCIÓN											
MOLDE N°	10	11	12								
Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11483.0	11446.0	10977.0								
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0								
Peso suelo húmedo embebido, g	4328.0	4334.0	3831.0								
Peso suelo hum. sin embeber, g	4191.0	4139.0	3638.0								
Peso del agua absorbida, g	137.0	195.0	193.0								
Peso del suelo seco, g	3597.4	3552.8	3120.1								
Absorción de agua, %	3.8	5.5	6.2								
PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	
mm	pulg										
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.635	0.025	78.2	78.2	4.0	65.1	65.1	3.4	23.0	23.0	1.2	
1.270	0.050	151.3	151.3	7.8	135.8	135.8	7.0	50.0	50.0	2.6	
1.905	0.075	231.2	231.2	11.9	203.1	203.1	10.5	86.4	86.4	4.5	
2.540	0.100	324.7	324.7	16.8	272.8	272.8	14.1	121.5	121.5	6.3	
3.175	0.125	487.2	487.2	25.2	389.1	389.1	20.1	189.0	189.0	9.8	
3.810	0.150	487.2	487.2	25.2	389.1	389.1	20.1	189.0	189.0	9.8	
5.080	0.200	105.5	650.3	33.6	486.6	486.6	25.1	241.7	241.7	12.5	
6.350	0.250	742.9	742.9	38.4	559.6	559.6	28.9	287.6	287.6	14.9	
7.620	0.300	804.1	804.1	41.5	604.5	604.5	31.2	321.8	321.8	16.6	
10.160	0.400	872.1	872.1	45.1	667.7	667.7	34.5	364.0	364.0	18.8	
12.700	0.500	903.0	903.0	46.7	698.7	698.7	36.1	374.0	374.0	19.3	

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESNA DE CELDA DIGITAL.

Nicolás Macho
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

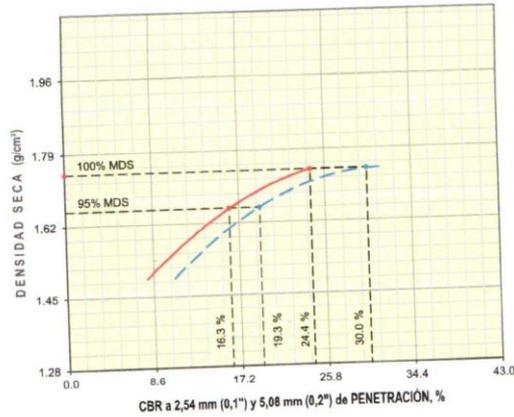
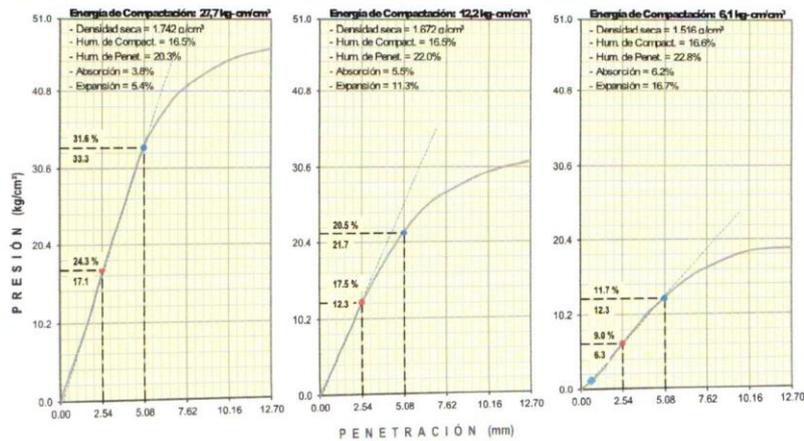
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN
 FECHA : 2-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 7%
 CEMENTO : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.742
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.5
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	24.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	16.3
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	30.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	19.3
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

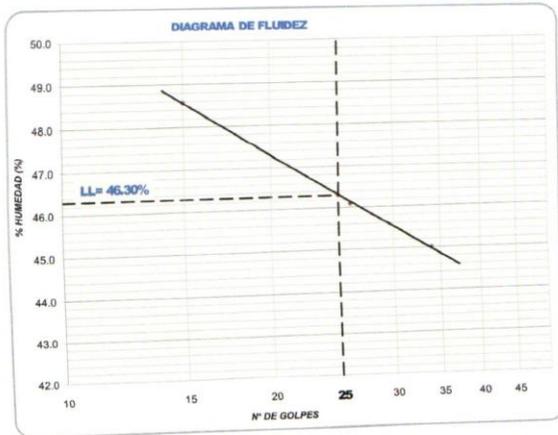
OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 PADILLA AYCHO
 VSB: ING.
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020 GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 0%
CALICATA	: C-01	CEMENTO	: 10%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.87	30.14	30.41	23.54	20.29
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	5.28	4.54	5.59	1.85	1.60
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	48.57	46.09	45.01	25.59	25.60
NÚMERO DE GOLPES	15	26	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	46.3
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	20.7

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).



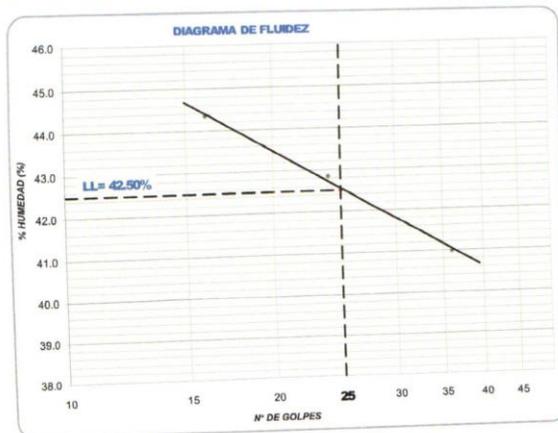
 RADMILA PACHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA			
CALICATA	: C-01	CAL	: 0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50
		CEMENTO	: 13%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.41	29.82	29.91	23.44	20.22
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	4.82	4.22	5.09	1.75	1.53
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	44.34	42.84	40.98	24.20	24.48
NÚMERO DE GOLPES	16	24	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	42.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	24.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	18.2

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

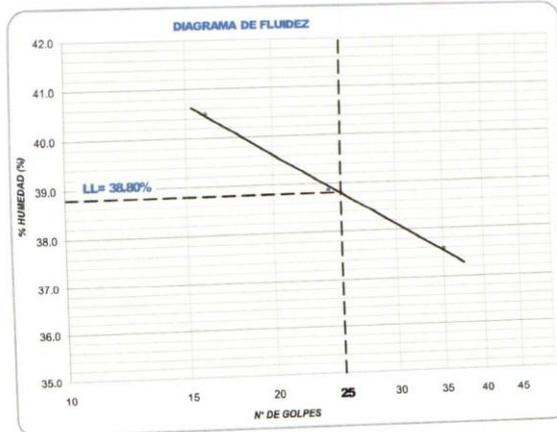
Vicente Nicolás
VICENTE NICOLÁS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILGAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-01	CAL : 0%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 16%
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.77	32.19	27.45	21.85	23.33
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	5.15	5.06	4.19	1.52	1.72
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.49	38.86	37.58	27.09	26.71
NÚMERO DE GOLPES	16	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	38.8
LÍMITE PLÁSTICO, %	26.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	11.9

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 2-Jul.-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 10%

MOLDE N°	16		17		18					
CAPAS N°	5		5		5					
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO				
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9257.0	9567.0	9131.0	9431.0	8844.0	8860.0				
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0	5009.0	5009.0				
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4300.0	4610.0	4114.0	4414.0	3835.0	3851.0				
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2077.0	2268.5	2092.0	2370.0	2131.0	2594.4				
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.070	2.032	1.967	1.862	1.800	1.484				
DENSIDAD SECA	1.777	1.627	1.688	1.490	1.542	1.267				
TARA N°	1	2	4	6	5	17				
TARA + SUELO HÚMEDO	535.6	579.0	551.1	660.1	588.2	636.3				
TARA + SUELO SECO	486.9	511.6	502.3	564.9	533.6	570.0				
PESO DEL AGUA	48.7	67.4	48.8	95.2	54.6	66.3				
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	206.2	184.8				
PESO DEL SUELO SECO	294.5	321.1	295.4	380.9	327.4	385.2				
% DE HUMEDAD	16.54	21.00	16.52	25.00	16.68	17.20				
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.5	24.9	16.5	25.0	16.7	17.2				
EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %				
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00 S/E	0.000	0.00 0.00				
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50 9.22	0.600 15.24 13.29	1.000 25.40 21.75				
ABSORCIÓN										
MOLDE N°	16		17		18					
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11765.0		11526.0		10997.0					
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0					
Peso suelo húmedo embebido, g	4610.0		4414.0		3851.0					
Peso suelo hum. sin embeber, g	4300.0		4114.0		3835.0					
Peso del agua absorbida, g	310.0		300.0		16.0					
Peso del suelo seco, g	3691.0		3531.3		3286.2					
Absorción de agua, %	8.4		8.5		0.5					
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN mm	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	55.1	55.1	2.8	37.8	84.6	4.4	28.5	28.5	1.5
1.270	0.050	121.8	121.8	6.3	84.6	122.8	6.3	48.0	48.0	2.5
1.905	0.075	194.3	194.3	10.0	122.8	162.0	8.4	67.5	67.5	3.5
2.540	0.100	272.6	272.6	14.1	162.0	225.9	11.7	105.0	105.0	5.4
3.810	0.150	431.1	431.1	22.3	225.9	282.6	14.6	134.3	134.3	6.9
5.080	0.200	554.7	554.7	28.7	282.6	330.3	17.1	159.8	159.8	8.3
6.350	0.250	649.5	649.5	33.6	330.3	372.1	19.2	183.7	183.7	9.5
7.620	0.300	737.3	737.3	38.1	372.1	443.5	22.9	222.7	222.7	11.5
10.160	0.400	889.1	889.1	45.9	443.5	500.7	25.9	249.9	249.9	12.9
12.700	0.500	1005.3	1005.3	51.9	500.7					

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

V. B. ING.
VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

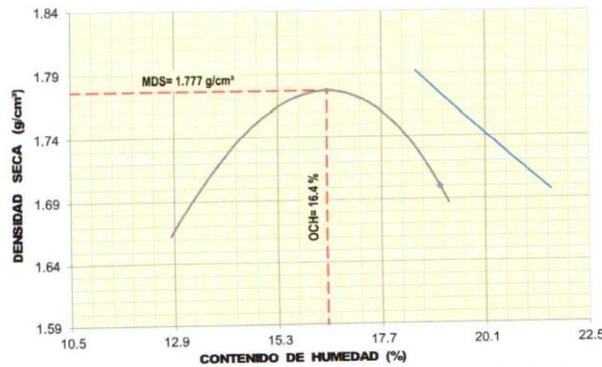
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : **C-01** CAL : 0%
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CEMENTO : 10%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5608.0	5722.0	5759.0	5711.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1808.0	1922.0	1959.0	1911.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.915	2.036	2.075	2.024				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	625.2	658.6	685.4	598.6	655.5	648.2	629.3	674.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	573.7	605.3	620.4	546.3	589.4	580.5	559.6	596.7
09 - Peso del agua (g)	51.5	53.3	65.0	52.3	66.1	67.7	69.7	77.8
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	386.3	400.7	423.6	340.9	382.6	391.7	366.4	408.0
12 - Contenido de Humedad (%)	13.33	13.30	15.35	15.34	17.28	17.28	19.02	19.07
13 - Promedio de Humedad (%)	13.3	13.3	15.3	15.3	17.3	17.3	19.0	19.0
	1.690	1.765	1.769	1.701				



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.777 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.4 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Handwritten Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)**

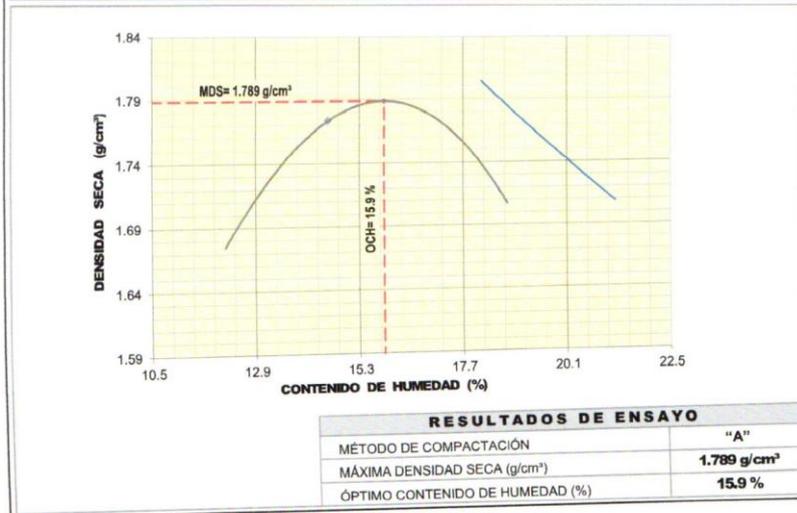
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 13%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5611.0	5718.0	5763.0	5723.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1811.0	1918.0	1963.0	1923.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.918	2.032	2.079	2.037				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	620.3	665.3	658.3	649.7	628.3	655.8	685.4	674.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	571.4	631.2	599.6	593.2	568.3	589.4	608.6	598.4
09 - Peso del agua (g)	48.9	54.1	58.7	56.5	60.0	66.4	76.8	76.0
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	384.0	426.6	402.8	387.8	361.5	400.6	415.4	409.7
12 - Contenido de Humedad (%)	12.73	12.68	14.57	14.57	16.60	16.58	18.49	18.55
13 - Promedio de Humedad (%)	12.7	14.6	16.6	18.5				
	1.702	1.773	1.783	1.719				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

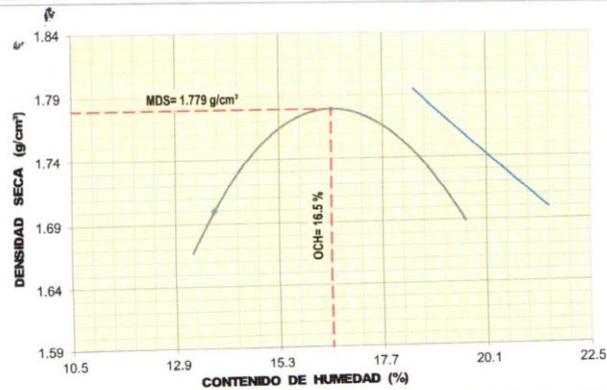
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CEMENTO : 16%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5626.0	5736.0	5763.0	5716.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1826.0	1936.0	1963.0	1916.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.934	2.051	2.079	2.030				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	515.6	615.1	628.9	615.5	642.6	674.4	629.1	622.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	475.7	565.4	570.2	559.9	577.8	601.8	558.2	551.5
09 - Peso del agua (g)	39.9	49.7	58.7	55.6	64.8	72.6	70.9	70.5
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	288.3	360.8	373.4	354.5	371.0	413.0	365.0	362.8
12 - Contenido de Humedad (%)	13.84	13.78	15.72	15.68	17.47	17.58	19.43	19.43
13 - Promedio de Humedad (%)	13.8	13.78	15.7	15.68	17.5	17.58	19.43	19.43
	1.699	1.773	1.773	1.773	1.769	1.769	1.769	1.700



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.779 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.5 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Handwritten signature
 PADILLA AVILA
 VICENI VIBINGOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 2-Jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 10%

MOLDE N°	16		17		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9257.0	9567.0	9131.0	9431.0	8844.0	8860.0
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4300.0	4610.0	4114.0	4414.0	3835.0	3851.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2077.0	2268.5	2092.0	2370.0	2131.0	2594.4
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.070	2.032	1.967	1.862	1.800	1.484
DENSIDAD SECA	1.777	1.627	1.688	1.490	1.542	1.267
TARA N°	1	2	4	6	5	17
TARA + SUELO HÚMEDO	535.6	579.0	551.1	660.1	588.2	636.3
TARA + SUELO SECO	486.9	511.6	502.3	564.9	533.6	570.0
PESO DEL AGUA	48.7	67.4	48.8	95.2	54.6	66.3
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	206.2	184.8
PESO DEL SUELO SECO	294.5	321.1	295.4	380.9	327.4	385.2
% DE HUMEDAD	16.54	21.00	16.52	25.00	16.68	17.20
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.5		24.9		16.5	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
			DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00 S/E	0.000	0.00 0.00	0.000	0.00 0.00
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50 9.22	0.600	15.24 13.29	1.000	25.40 21.75

ABSORCIÓN

MOLDE N°	16	17	18
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11765.0	11526.0	10997.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4610.0	4414.0	3851.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4300.0	4114.0	3835.0
Peso del agua absorbida, g	310.0	300.0	16.0
Peso del suelo seco, g	3691.0	3531.3	3286.2
Absorción de agua, %	8.4	8.5	0.5

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1		MOLDE N° 1		MOLDE N° 1	
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	55.1	55.1	2.8	37.8	37.8	2.0
1.270	0.050	121.8	121.8	6.3	84.6	84.6	4.4
1.905	0.075	194.3	194.3	10.0	122.8	122.8	6.3
2.540	0.100	272.6	272.6	14.1	162.0	162.0	8.4
3.810	0.150	431.1	431.1	22.3	225.9	225.9	11.7
5.080	0.200	554.7	554.7	28.7	282.6	282.6	14.6
6.350	0.250	649.5	649.5	33.6	330.3	330.3	17.1
7.620	0.300	737.3	737.3	38.1	372.1	372.1	19.2
10.160	0.400	889.1	889.1	45.9	443.5	443.5	22.9
12.700	0.500	1005.3	1005.3	51.9	500.7	500.7	25.9

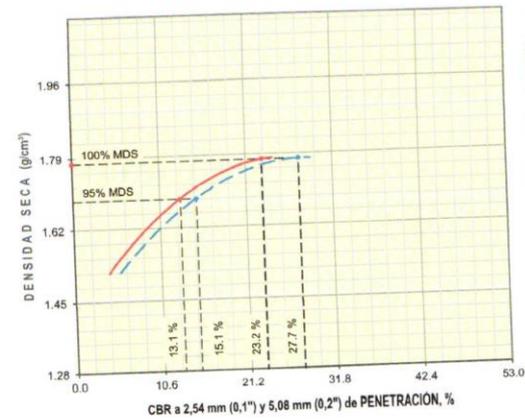
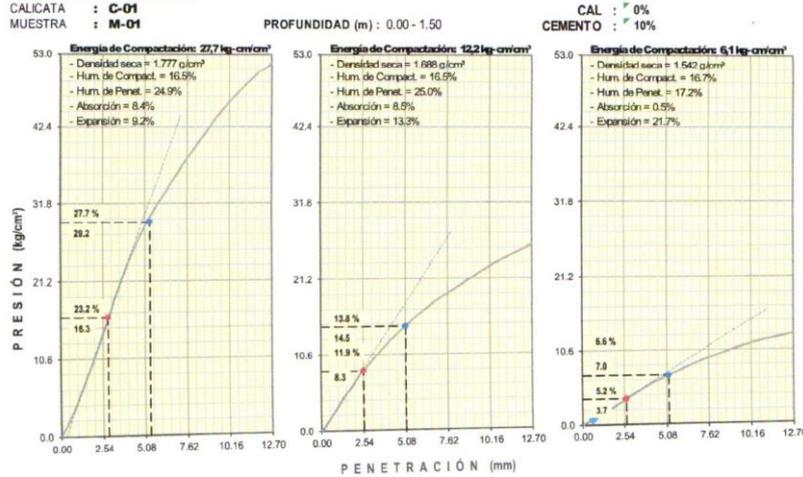
OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Vicente Nicolás
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNÍN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.777
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.4

CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	23.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	13.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	27.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	15.1

Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE PADILLA
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 2-jul-2020
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 13%

MOLDE N°	7		8		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9120.0	9550.0	8580.0	9404.0	8874.0	9202.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4288.0	4718.0	4385.0	5209.0	3720.0	4048.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2266.5	2212.0	2489.9	2085.1	2548.5
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.067	2.082	1.982	2.082	1.784	1.588
DENSIDAD SECA	1.783	1.633	1.712	1.520	1.542	1.262
TARA N°	8	4	7	6	2	3
TARA + SUELO HUMEDO	564.3	680.9	532.3	653.4	560.3	619.7
TARA + SUELO SECO	515.2	578.7	485.3	525.1	510.1	531.0
PESO DEL AGUA	49.1	102.2	47.0	128.3	50.2	88.7
PESO DE LA TARA	206.8	206.9	188.4	184.0	190.5	188.7
PESO DEL SUELO SECO	308.4	371.8	296.9	341.1	319.6	342.3
% DE HUMEDAD	15.92	27.50	15.83	37.60	15.71	25.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.9	27.5	15.8	37.6	15.7	25.9

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSION								
			DIAL pulg	EXPANSION mm	%	DIAL pulg	EXPANSION mm	%			
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50	9.23	0.600	15.24	12.56	1.000	25.40	22.22

MOLDE N°	7			8			9		
	Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11873.0			12321.0			11194.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0			7112.0			7146.0		
Peso suelo húmedo embebido, g	4718.0			5209.0			4048.0		
Peso suelo húm. sin embeber, g	4288.0			4385.0			3720.0		
Peso del agua absorbida, g	430.0			824.0			328.0		
Peso del suelo seco, g	3699.7			3786.7			3215.2		
Absorción de agua, %	11.6			21.8			10.2		

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.635	0.025		80.0	80.0	4.1	65.1	65.1	3.4	30.4	30.4	
1.270	0.050		176.8	176.8	9.1	145.7	145.7	7.5	60.8	60.8	
1.905	0.075		282.1	282.1	14.6	211.4	211.4	10.9	102.4	102.4	
2.540	0.100	70.3	395.7	395.7	20.4	279.0	279.0	14.4	144.0	144.0	
3.810	0.150		625.9	625.9	32.3	389.1	389.1	20.1	224.0	224.0	
5.080	0.200	105.5	805.2	805.2	41.6	486.6	486.6	25.1	286.4	286.4	
6.350	0.250		943.0	943.0	48.7	568.8	568.8	29.4	340.8	340.8	
7.620	0.300		1070.4	1070.4	55.3	640.8	640.8	33.1	391.8	391.8	
10.160	0.400		1290.8	1290.8	66.7	763.8	763.8	39.5	475.1	475.1	
12.700	0.500		1459.4	1459.4	75.4	862.3	862.3	44.5	533.1	533.1	

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

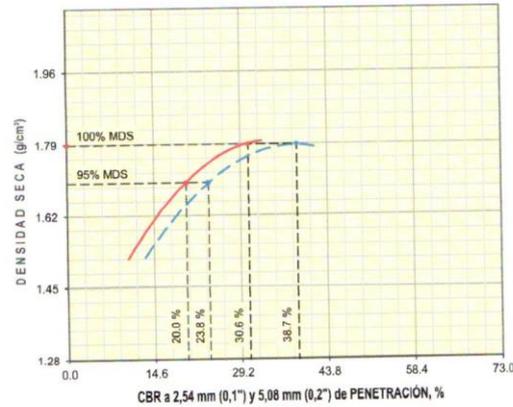
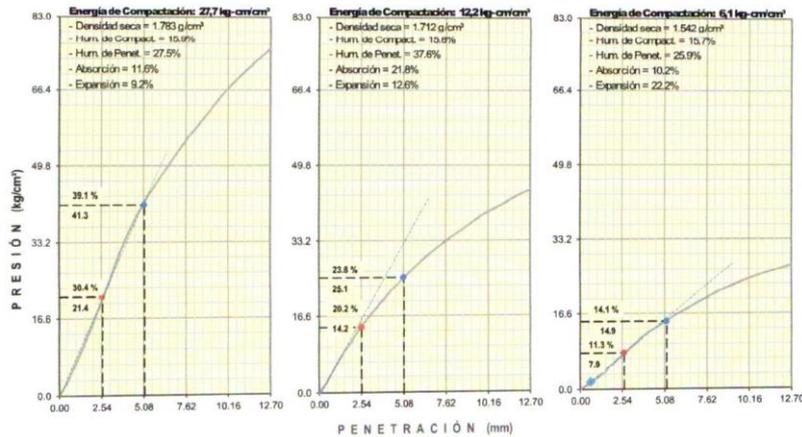
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **185/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 2.jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : **C-01**
 MUESTRA : **M-01**

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 13%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.789
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.9
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	30.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	20.0
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	38.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	23.8
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 ING. VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-Jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 0% CEMENTO : 16%

MOLDE N°	4		5		6					
CAPAS N°	5		5		5					
N° DE GOLPES POR CAPA	57		25		12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO				
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9396.0	9652.0	9131.0	9399.0	8567.0	8871.5				
PESO DEL MOLDE, g	5006.0	5006.0	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5				
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4390.0	4646.0	4221.0	4489.0	3631.5	3936.0				
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2118.0	2309.6	2127.0	2405.0	2039.0	2502.2				
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	2.073	2.012	1.984	1.867	1.781	1.573				
DENSIDAD SECA	1.779	1.631	1.703	1.506	1.542	#N/A				
TARA N°	1	2	4	6	17	17				
TARA + SUELO HÚMEDO	562.3	586.4	548.5	655.9	544.6	672.1				
TARA + SUELO SECO	509.8	511.6	500.2	564.9	496.3	570.0				
PESO DEL AGUA	52.5	74.8	48.3	91.0	48.3	102.1				
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	#N/A	184.8				
PESO DEL SUELO SECO	317.4	321.1	293.3	380.9	#N/A	385.2				
% DE HUMEDAD	16.54	23.30	16.45	23.90	#N/A	26.50				
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.5	23.3	16.5	23.9	#N/A	#N/A				
EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm				
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	0.000	0.00				
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50	0.600	15.24				
ABSORCIÓN										
MOLDE N°	4		5		6					
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11801.0		11801.0		11082.0					
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0					
Peso suelo húmedo embebido, g	4646.0		4489.0		3936.0					
Peso suelo hum. sin embeber, g	4390.0		4221.0		3631.5					
Peso del agua absorbida, g	256.0		268.0		304.5					
Peso del suelo seco, g	3768.2		3623.2		#N/A					
Absorción de agua, %	6.8		7.4		#N/A					
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN mm	PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	96.9	96.9	5.0	96.8	96.8	5.0	40.9	40.9	2.1
1.270	0.050	214.2	214.2	11.1	202.5	202.5	10.5	81.7	81.7	4.2
1.905	0.075	346.8	346.8	17.9	306.9	306.9	15.9	137.6	137.6	7.1
2.540	0.100	479.3	479.3	24.8	405.0	405.0	20.9	193.5	193.5	10.0
3.810	0.150	758.2	758.2	39.2	564.8	564.8	29.2	301.0	301.0	15.6
5.080	0.200	105.5	975.4	975.4	50.4	706.4	706.4	36.5	384.9	19.9
6.350	0.250	1142.3	1142.3	59.0	825.7	825.7	42.7	458.0	458.0	23.7
7.620	0.300	1296.7	1296.7	67.0	930.2	930.2	48.1	526.5	526.5	27.2
10.160	0.400	1563.7	1563.7	80.8	1108.8	1108.8	57.3	638.4	638.4	33.0
12.700	0.500	1767.9	1767.9	91.3	1251.7	1251.7	64.7	716.4	716.4	37.0

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 V.P.B. ING.
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

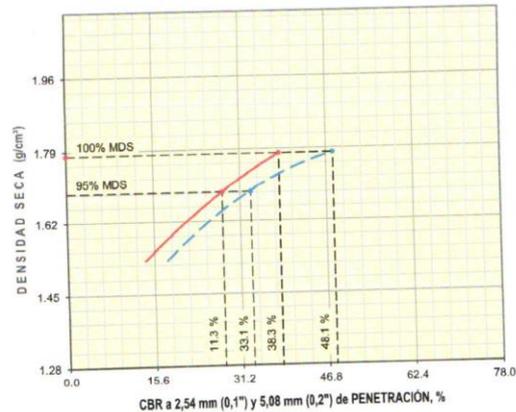
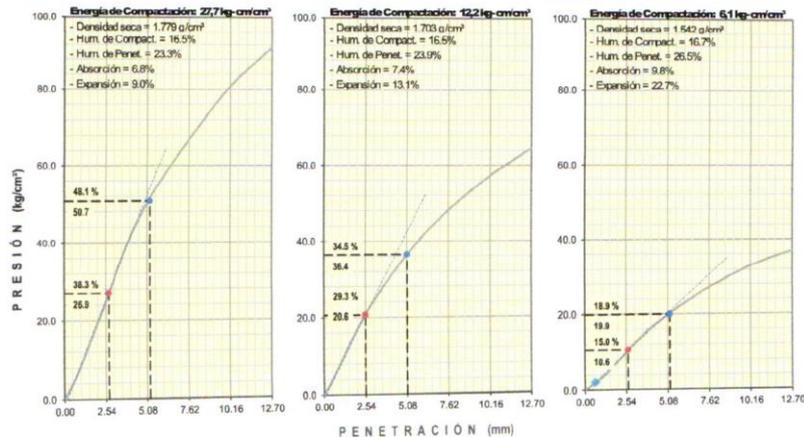
REGISTRO : 185/2020 GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 0%
 CEMENTO : 16%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.779
- Optimo Cont. de Humedad, %	16.5
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	38,3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	28,0
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	48,1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	33,1
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

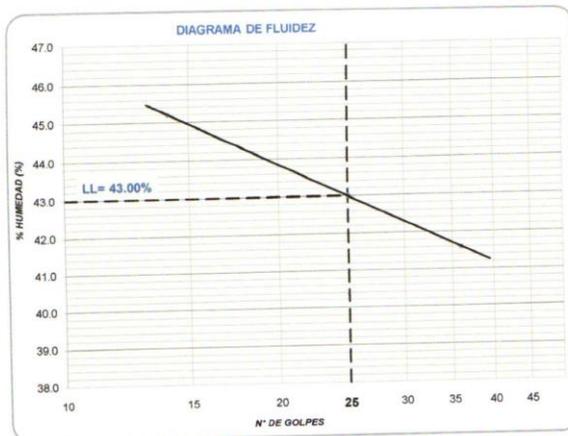
Vicente Nicolás
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	: 185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 4.9%
CALICATA	: C-01	CEMENTO	: 3.0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	31	34	37	4	1
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	35.37	32.57	31.63	23.53	20.84
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	29.29	27.25	26.73	21.62	19.02
PESO AGUA, g	6.08	5.32	4.90	1.91	1.82
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.84	14.88	14.95	14.77	12.37
PESO SUELO SECO, g	13.45	12.37	11.78	6.85	6.65
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	45.20	43.01	41.60	27.88	27.37
NÚMERO DE GOLPES	14	25	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	43.0
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	15.4

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

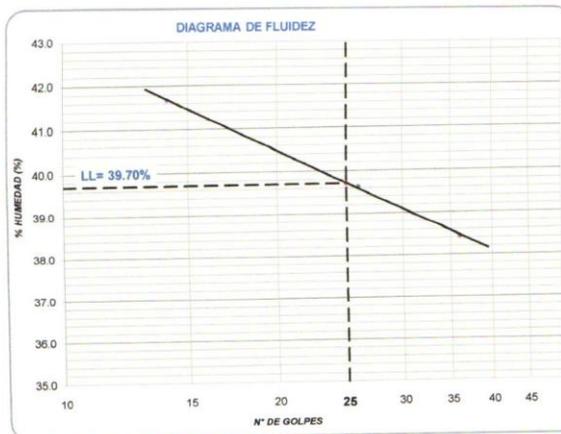
[Firma]
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-01	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 3.9%
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	18	10	37	13	20
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.47	28.25	30.51	21.76	23.43
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.76	24.01	26.19	20.24	21.53
PESO AGUA, g	4.71	4.24	4.32	1.52	1.90
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.46	13.31	14.95	14.74	14.72
PESO SUELO SECO, g	11.30	10.70	11.24	5.50	6.81
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	41.68	39.63	38.43	27.64	27.90
NÚMERO DE GOLPES	14	26	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	39.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	11.9

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

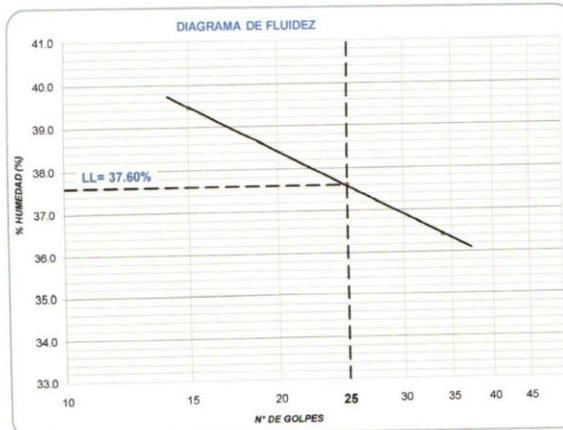

 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : , TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-01	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 4.8%
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	37	22	30	15	7
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	28.70	29.18	26.04	23.29	21.91
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.81	25.35	22.41	21.69	20.03
PESO AGUA, g	3.89	3.83	3.63	1.60	1.88
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.95	15.17	12.44	15.87	13.24
PESO SUELO SECO, g	9.86	10.18	9.97	5.82	6.79
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	39.45	37.62	36.41	27.49	27.69
NÚMERO DE GOLPES	15	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	37.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	10.0

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).

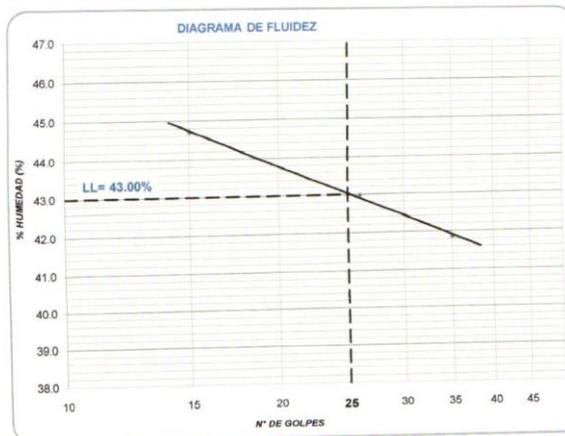

 RADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-02	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 3.0%
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	15	19	13	7	5
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	35.29	33.67	31.75	22.77	19.89
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	29.29	27.25	26.73	21.62	19.02
PESO AGUA, g	6.00	6.42	5.02	1.15	0.87
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.87	12.31	14.74	13.24	12.75
PESO SUELO SECO, g	13.42	14.94	11.99	8.38	6.27
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	44.71	42.97	41.87	13.72	13.88
NÚMERO DE GOLPES	15	26	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	42.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	28.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	13.8

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).

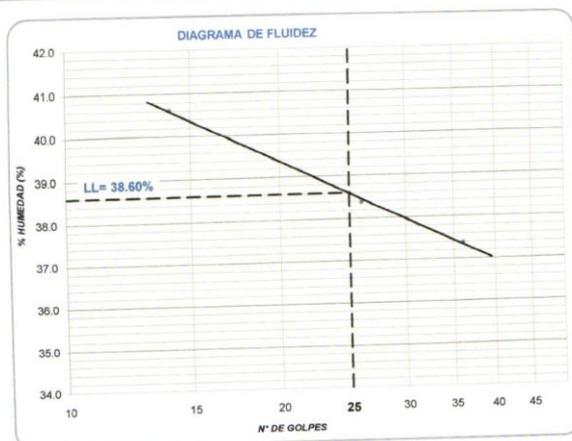

 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	: 185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: , TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 4.9%
CALICATA	: C-02	CEMENTO	: 3.9%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m)	: 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	15	19	2	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	29.58	32.82	26.55	21.88	23.37
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	3.96	5.69	3.29	1.55	1.76
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.87	12.31	14.46	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	9.75	14.82	8.80	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.62	38.39	37.39	27.63	27.33
NÚMERO DE GOLPES	14	26	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	38.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	11.1

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

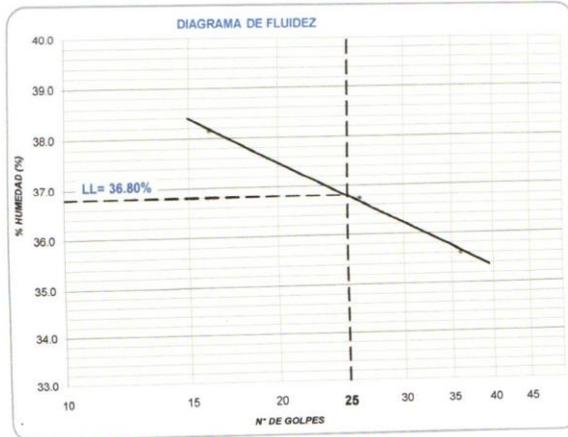
Nicolás
FABILIA AYCHO
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO	185/2020.GEOSUR
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA	: 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA		CAL	: 4.9%
CALICATA	: C-02	CEMENTO	: 4.8%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	11	33	27	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.37	31.67	26.75	21.76	23.25
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	4.75	4.54	3.49	1.43	1.64
PESO DE LA CÁPSULA, g	13.17	14.77	13.46	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.45	12.36	9.80	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	38.15	36.73	35.61	25.49	25.47
NÚMERO DE GOLPES	16	26	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	36.8
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	11.3

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).

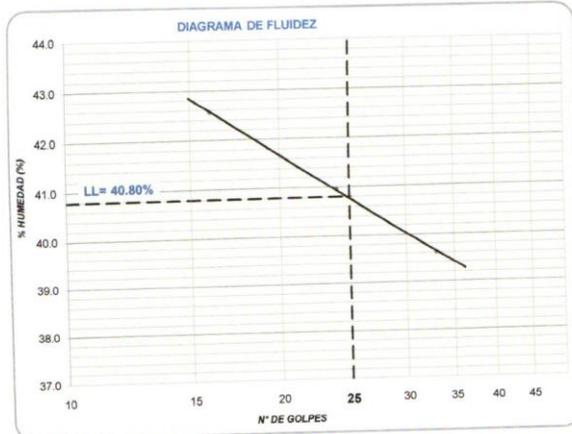
Handwritten signature
PADILLA AYCHO
VICENTE NICOLAS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILGAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : . TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-03	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 3.0%
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	6	1	8	13	14
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.65	31.02	29.84	23.59	19.95
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.06	5.42	5.02	1.90	1.26
PESO DE LA CÁPSULA, g	11.35	12.37	12.15	14.74	14.11
PESO SUELO SECO, g	14.24	13.23	12.67	6.95	4.58
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	42.56	40.97	39.62	27.34	27.51
NÚMERO DE GOLPES	16	24	33		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	40.8
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	13.4

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

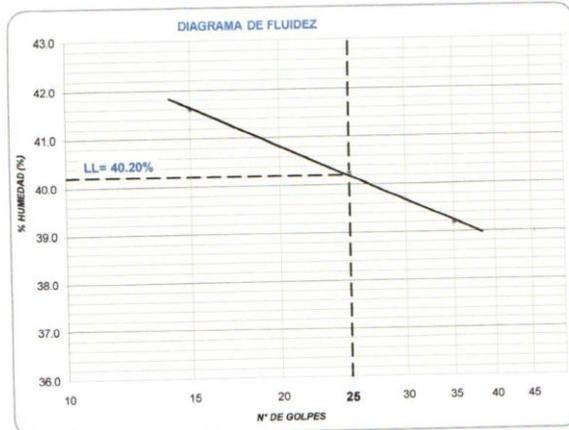

 PADILLA AYCO
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : , TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-03	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 3.9%
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	21	19	13	8	3
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.47	30.95	28.77	24.36	20.53
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	4.88	5.35	3.95	2.67	1.84
PESO DE LA CÁPSULA, g	13.86	12.31	14.74	12.15	12.11
PESO SUELO SECO, g	11.73	13.29	10.08	9.54	6.58
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	41.60	40.26	39.19	27.99	27.96
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	40.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	28.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	12.2

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).



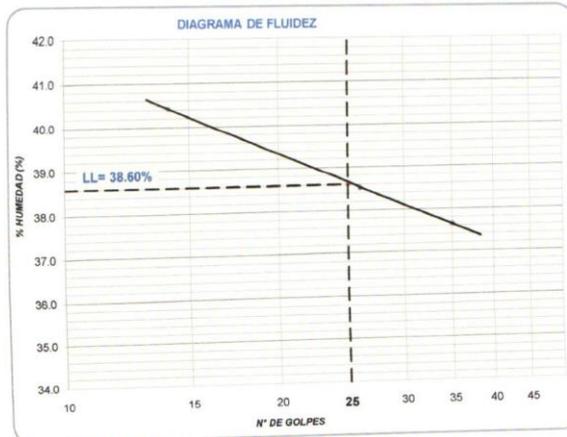
 VICENTE NICÓLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE	REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN	FECHA : 2-jul.-2020
REFERENCIAS DE LA CANTERA	
CALICATA : C-03	CAL : 4.9%
MUESTRA : M-01	CEMENTO : 4.8%
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	15	6	18	13	7
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	29.52	31.09	28.72	22.24	21.68
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	20.66	19.91
PESO AGUA, g	3.93	5.49	3.90	1.58	1.77
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.87	11.35	14.46	14.74	13.24
PESO SUELO SECO, g	9.72	14.25	10.36	5.92	6.67
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.43	38.53	37.64	26.69	26.54
NÚMERO DE GOLPES	14	26	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	38.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	26.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	12.0

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).



 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

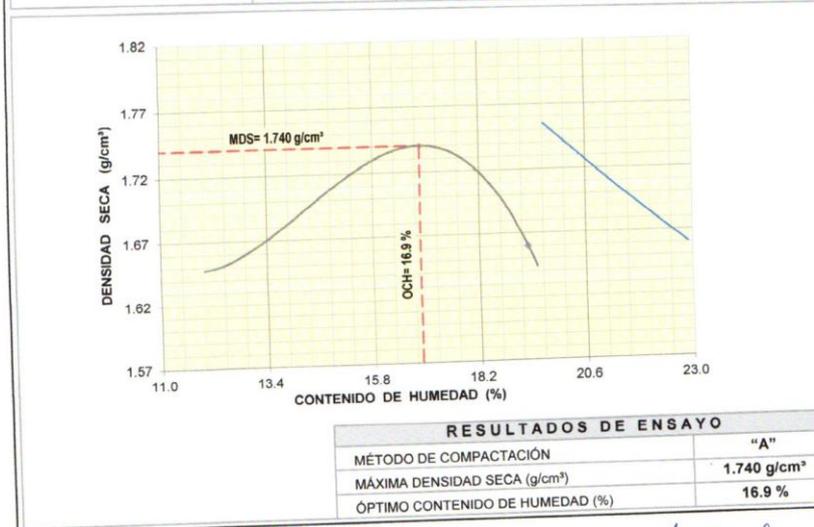
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)**

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5555.0	5642.0	5725.0	5662.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1755.0	1842.0	1925.0	1862.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.859	1.951	2.039	1.972				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	591.6	584.6	5837.2	566.3	548.8	748.1	519.0	640.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	548.9	541.1	5116.8	518.1	497.7	667.8	466.5	570.8
09 - Peso del agua (g)	42.7	43.5	720.4	48.2	51.1	80.3	52.5	69.3
10 - Peso del tarro (g)	206.9	192.4	190.5	188.4	203.9	206.2	187.4	203.1
11 - Peso suelo seco (g)	342.0	348.7	4926.3	329.7	293.8	461.6	279.1	367.7
12 - Contenido de Humedad (%)	12.49	12.48	14.62	14.62	17.39	17.40	18.81	18.85
13 - Promedio de Humedad (%)	12.5	14.6	17.4	18.8				
	1.652	1.702	1.737	1.660				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENINGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

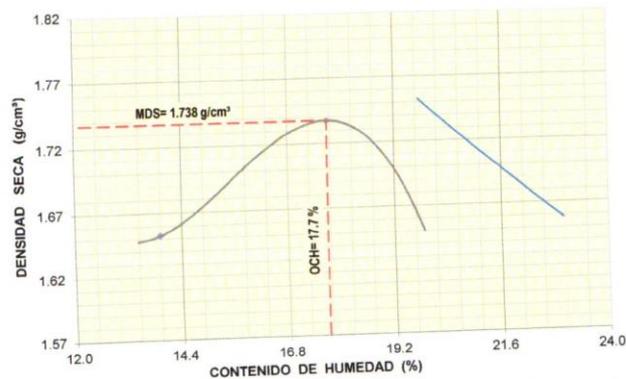
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 10-jul.-2020
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.9%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5577.0	5661.0	5733.0	5684.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1777.0	1861.0	1933.0	1884.0				
04 - Volumen del Molde (cm³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.882	1.971	2.048	1.996				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	591.6	584.6	5837.2	566.3	548.8	748.1	519.0	640.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	544.5	536.3	5067.5	514.6	496.6	665.7	464.1	567.6
09 - Peso del agua (g)	47.1	48.3	769.7	51.7	52.2	82.4	54.9	72.5
10 - Peso del tarro (g)	206.9	188.8	203.1	188.0	204.9	204.6	184.8	199.4
11 - Peso suelo seco (g)	337.6	347.5	4864.4	326.6	291.7	461.1	279.3	368.2
12 - Contenido de Humedad (%)	13.96	13.90	15.82	15.83	17.90	17.87	19.66	19.69
13 - Promedio de Humedad (%)	13.9	15.8	17.9	19.7				
	1.652	1.702	1.737	1.668				



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.738 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.7 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA ANCHU
 VICENTE VICILLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

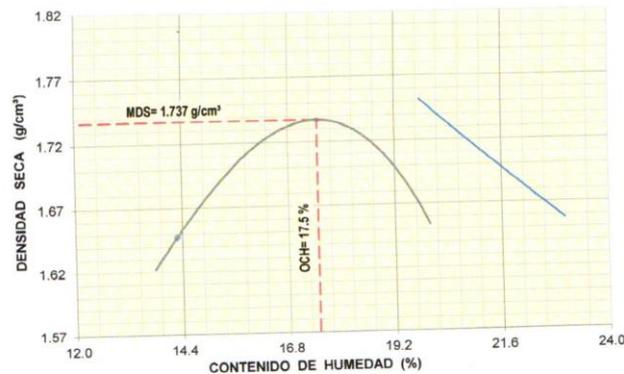
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSE - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 4.8%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5677.0	5670.0	5731.0	5685.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1777.0	1870.0	1931.0	1885.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.882	1.981	2.046	1.997				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	518.3	555.4	547.9	513.2	524.4	577.6	513.2	514.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	477.1	509.5	501.3	468.2	475.7	518.2	459.7	463.7
09 - Peso del agua (g)	41.2	45.9	46.6	45.0	48.7	59.4	53.6	51.0
10 - Peso del tarro (g)	188.8	187.4	206.9	184.0	206.8	190.5	188.7	206.2
11 - Peso suelo seco (g)	288.3	322.1	294.4	284.2	268.9	327.7	271.0	257.5
12 - Contenido de Humedad (%)	14.29	14.25	15.83	15.83	18.11	18.13	19.74	19.81
13 - Promedio de Humedad (%)	14.3		15.8		18.1		19.8	
	1.647		1.711		1.732		1.667	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.737 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.5 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Handwritten Signature]
 PADILLA AYCANO
 VICENTE AYCANO LAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

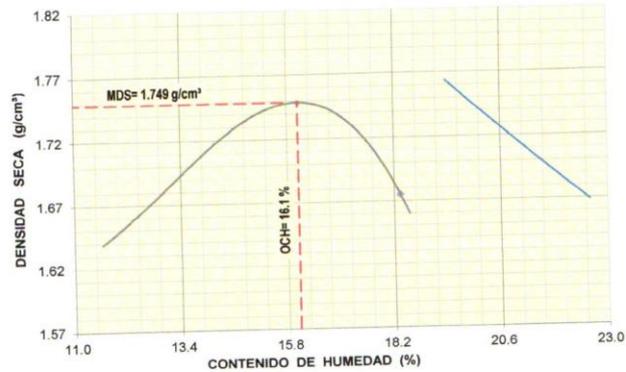


ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-02 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5549.0	5655.0	5720.0	5671.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1749.0	1855.0	1920.0	1871.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.853	1.965	2.034	1.982				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	451.2	484.7	487.4	462.2	428.6	508.6	511.3	514.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	423.0	452.7	451.2	430.5	395.4	454.4	463.1	464.2
09 - Peso del agua (g)	28.2	32.0	36.2	31.7	33.2	44.2	48.2	49.8
10 - Peso del tarro (g)	190.5	188.4	197.6	207.9	193.9	195.3	200.1	193.2
11 - Peso suelo seco (g)	232.5	264.3	253.6	222.6	201.5	269.1	263.0	271.0
12 - Contenido de Humedad (%)	12.13	12.11	14.27	14.24	16.48	16.43	18.33	18.38
13 - Promedio de Humedad (%)		12.1		14.3		16.5		18.4
		1.653		1.719		1.746		1.674



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.749 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.1 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE ANGELAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

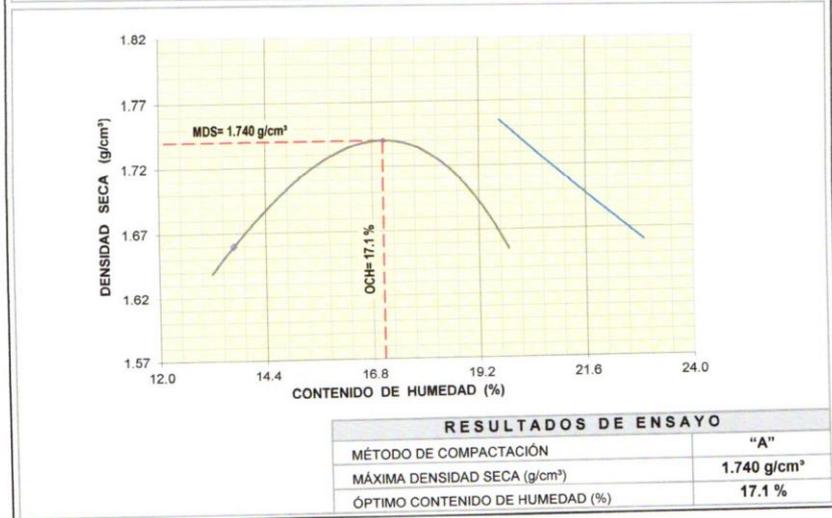
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.9%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5581.0	5679.0	5729.0	5684.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1781.0	1879.0	1929.0	1884.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.887	1.990	2.043	1.996				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	591.6	584.6	5837.2	566.3	548.8	748.1	519.0	640.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	545.4	538.8	5076.2	516.9	494.8	663.9	467.2	566.3
09 - Peso del agua (g)	46.2	45.8	761.0	49.4	54.0	84.2	51.8	73.8
10 - Peso del tarro (g)	206.9	204.6	200.0	199.4	187.9	188.0	204.3	190.5
11 - Peso suelo seco (g)	338.5	334.2	4876.2	317.5	306.9	475.9	262.9	375.8
12 - Contenido de Humedad (%)	13.65	13.70	15.61	15.56	17.60	17.69	19.70	19.64
13 - Promedio de Humedad (%)		13.7	15.6		17.6		19.7	
		1.660	1.721		1.737		1.668	



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYULO
 VICENTE ROSOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

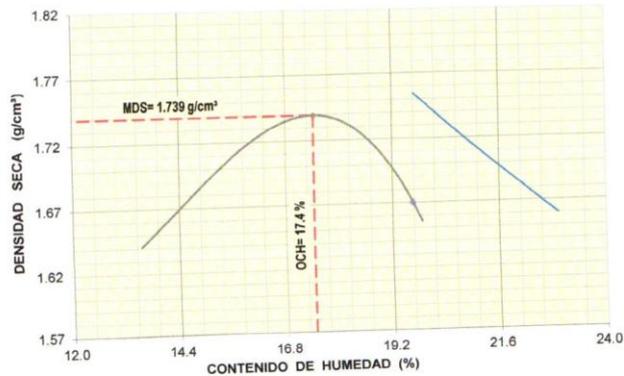
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m²)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 4.8%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5584.0	5675.0	5733.0	5686.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1784.0	1875.0	1933.0	1886.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.890	1.986	2.048	1.998				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	613.5	647.5	695.5	629.3	611.4	658.0	652.7	648.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	562.9	592.2	628.5	569.7	547.3	586.9	576.4	573.3
09 - Peso del agua (g)	50.6	55.3	67.0	59.6	64.1	71.1	76.3	74.8
10 - Peso del tarro (g)	203.1	197.6	205.4	193.2	188.7	189.4	188.0	193.2
11 - Peso suelo seco (g)	359.8	394.6	423.1	376.5	358.6	397.5	388.4	380.1
12 - Contenido de Humedad (%)	14.06	14.01	15.84	15.83	17.88	17.89	19.65	19.68
13 - Promedio de Humedad (%)	14.0	15.8	17.9	19.7				
	1.658	1.715	1.737	1.669				



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.739 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.4 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469



ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

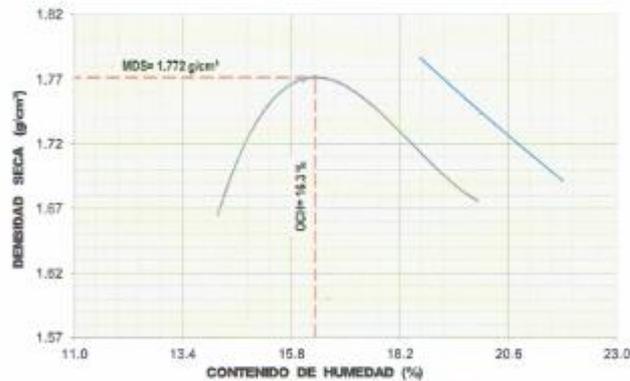
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNÍN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 1152020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALCATA : C-03
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.5% CEMENTO : 3.5%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5895.0	5740.0	5737.0	5899.0				
02 - Peso del Molde (g)	3400.0	3000.0	2830.0	2830.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1795.0	1940.0	1937.0	1899.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.901	2.055	2.052	2.012				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	585.6	578.1	595.0	525.5	595.3	574.4	549.3	509.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	536.4	528.9	538.7	480.8	534.3	515.0	482.4	459.3
09 - Peso del agua (g)	47.2	48.2	56.3	44.8	61.0	58.8	66.9	50.3
10 - Peso del tarro (g)	206.2	169.4	188.0	200.8	193.2	167.1	203.7	264.5
11 - Peso suelo seco (g)	332.2	340.5	350.7	279.8	341.1	326.5	286.7	254.8
12 - Contenido de Humedad (%)	14.21	14.16	16.05	16.05	17.88	17.80	16.71	16.74
13 - Procento de Humedad (%)	14.2		16.1		17.9		16.7	
	1.805		1.770		1.745		1.681	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.772 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.3 %

OBSERVACIONES: MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

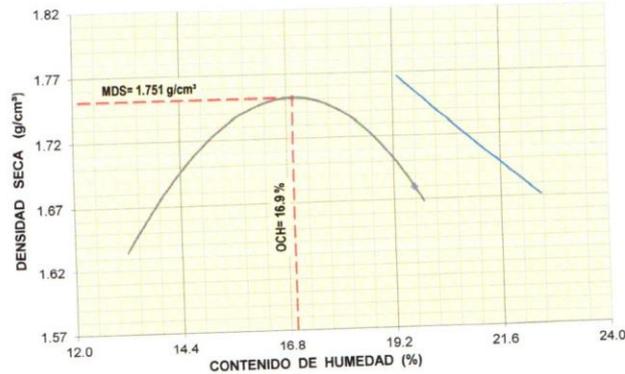
[Signature]
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSE - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.9%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5584.0	5693.0	5740.0	5698.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1784.0	1893.0	1940.0	1898.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.890	2.005	2.055	2.011				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	625.4	519.6	545.5	585.5	541.1	605.4	552.9	642.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	575.0	481.7	498.9	533.5	488.1	542.8	495.7	568.4
09 - Peso del agua (g)	50.4	37.9	46.6	52.0	53.0	62.6	57.2	74.4
10 - Peso del tarro (g)	206.9	204.6	200.0	199.4	187.9	188.0	204.3	190.5
11 - Peso suelo seco (g)	368.1	277.1	298.9	334.1	300.2	354.8	291.4	377.9
12 - Contenido de Humedad (%)	13.69	13.68	15.59	15.56	17.66	17.64	19.63	19.69
13 - Promedio de Humedad (%)	13.7		15.6		17.6		19.7	
	1.662		1.734		1.747		1.680	



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.751 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.9 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA ANCHO
 VICENTINA ANCHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469



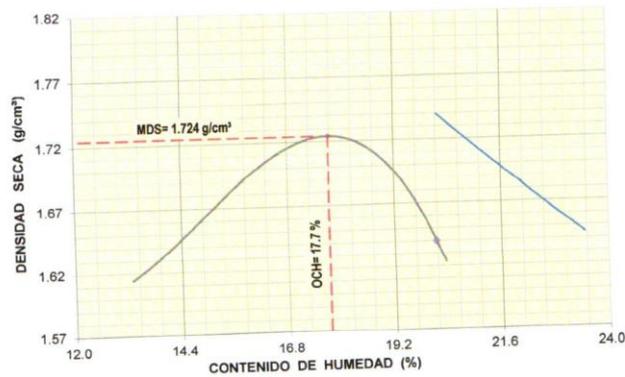
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
 USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 CEMENTO : 4.8%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5572.0	5677.0	5721.0	5660.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1772.0	1877.0	1921.0	1860.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.877	1.988	2.035	1.970				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	642.3	615.3	585.2	597.4	511.2	605.7	544.3	623.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	585.5	561.5	529.1	541.0	461.2	541.3	486.3	550.3
09 - Peso del agua (g)	56.8	53.8	56.1	56.4	50.0	64.4	58.0	72.8
10 - Peso del tarro (g)	188.0	184.3	187.4	197.6	188.7	190.5	198.2	189.4
11 - Peso suelo seco (g)	397.5	377.2	341.7	343.4	272.5	350.8	288.1	360.9
12 - Contenido de Humedad (%)	14.29	14.26	16.42	16.42	18.35	18.36	20.13	20.17
13 - Promedio de Humedad (%)	14.3		16.4		18.4		20.2	
	1.642		1.708		1.719		1.639	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.724 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.7 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PABLO AYCHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **185/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-01 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CEMENTO : 3.0%

MOLDE N°	7		8		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9049.0	9161.0	8519.0	8638.0	8965.0	9138.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4217.0	4329.0	4324.0	4443.0	3811.0	3984.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2266.5	2212.0	2557.0	2085.1	2680.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.032	1.910	1.955	1.738	1.828	1.487
DENSIDAD SECA	1.740	1.593	1.678	1.452	1.569	1.220
TARA N°	3	5	11	32	25	29
TARA + SUELO HUMEDO	570.1	634.8	511.7	617.0	562.5	654.7
TARA + SUELO SECO	515.2	563.7	465.8	549.3	510.5	574.1
PESO DEL AGUA	54.9	71.1	45.9	67.7	52.0	80.6
PESO DE LA TARA	188.7	206.2	187.4	205.4	195.1	204.3
PESO DEL SUELO SECO	326.5	357.5	278.4	343.9	315.4	369.8
% DE HUMEDAD	16.81	19.90	16.49	19.70	16.49	21.80
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.8	19.9	16.5	19.7	16.5	21.8

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	% S/E	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000			0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.450	10.50	9.23	0.745	18.92	15.60	1.284	32.61	28.53

MOLDE N°	7		8		9	
	Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11484.0		11555.0		11130.0
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4329.0		4443.0		3984.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	4217.0		4324.0		3811.0	
Peso del agua absorbida, g	112.0		119.0		173.0	
Peso del suelo seco, g	3610.4		3711.6		3271.2	
Absorción de agua, %	3.1		3.2		5.3	

PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	78.2	78.2	4.0	56.7	2.9	24.7	24.7	1.3	1.3
1.270	0.050	151.3	151.3	7.8	119.1	6.2	54.6	54.6	2.8	2.8
1.905	0.075	231.2	231.2	11.9	184.1	9.5	83.2	83.2	4.3	4.3
2.540	0.100	324.7	324.7	16.8	241.7	12.5	117.0	117.0	6.0	6.0
3.810	0.150	487.2	487.2	25.2	338.9	17.5	182.0	182.0	9.4	9.4
5.080	0.200	606.6	606.6	31.3	423.8	21.9	232.7	232.7	12.0	12.0
6.350	0.250	697.7	697.7	36.0	482.8	24.9	276.9	276.9	14.3	14.3
7.620	0.300	742.9	742.9	38.4	527.6	27.3	307.8	307.8	15.9	15.9
10.160	0.400	800.4	800.4	41.3	607.8	31.4	352.3	352.3	18.2	18.2
12.700	0.500	844.9	844.9	43.7	636.7	32.9	382.5	382.5	19.8	19.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Vicente Nicolás
 VICENTE NICOLÁS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

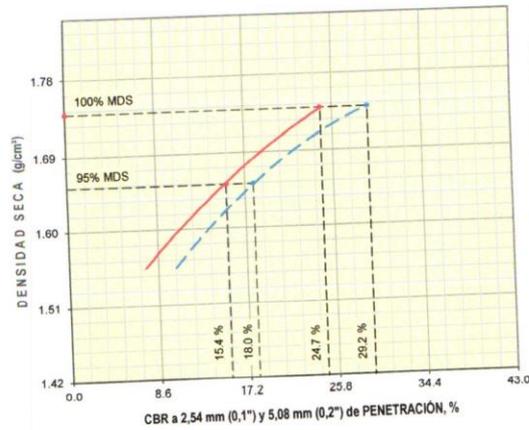
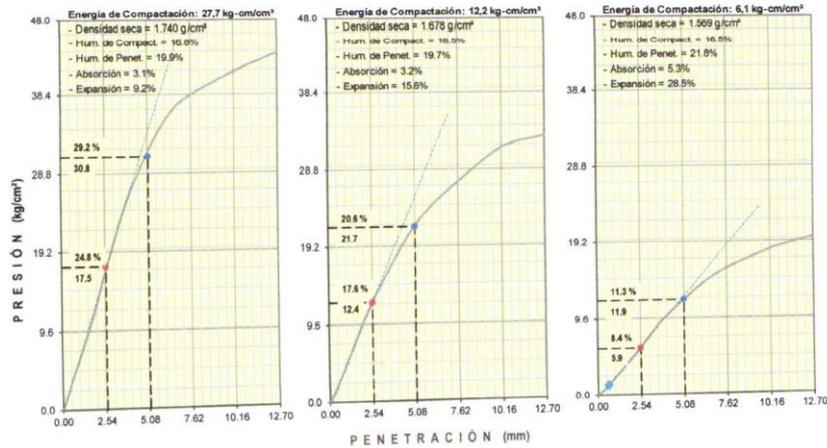
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **185/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
 Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.740
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2.54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	24.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	15.4
- C.B.R. a 5.08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	29.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	18.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALIGATA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 3.9%

MOLDE N°	10		11		12	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9201.0	9177.0	9276.0	8708.0	8869.0	9228.0
PESO DEL MOLDE, g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4217.0	4193.0	4180.0	3612.0	3774.0	4133.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2256.5	2125.0	2413.2	2058.0	2586.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.042	1.858	1.967	1.497	1.834	1.598
DENSIDAD SECA	1.735	1.588	1.674	1.475	1.558	1.240
TARA N°	2	4	42	15	18	33
TARA + SUELO HUMEDO	534.6	618.9	583.0	545.0	597.8	617.7
TARA + SUELO SECO	482.9	559.0	524.0	539.9	537.9	521.5
PESO DEL AGUA	51.7	59.9	59.0	5.1	59.9	96.2
PESO DE LA TARA	190.5	206.9	187.1	197.6	199.4	188.7
PESO DEL SUELO SECO	292.4	352.1	336.9	342.3	338.5	332.8
% DE HUMEDAD	17.68	17.00	17.51	1.50	17.70	28.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.7	17.0	17.5	1.5	17.7	28.9

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
			DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00 S/E	0.000	0.00	0.00	0.000
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.374	10.50 9.28	0.622	15.80	13.56	1.140

MOLDE N°	10		11		12	
	Peso suelo húmedo. - plato + molde, g	11348.0	10724.0	11279.0	7146.0	7146.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7112.0	4133.0	4133.0	4133.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4193.0	3612.0	3612.0	3774.0	3774.0	3774.0
Peso suelo hum. sin embeber, g	4217.0	4180.0	4180.0	359.0	359.0	359.0
Peso del agua absorbida, g	-24.0	-568.0	-568.0	3206.5	3206.5	3206.5
Peso del suelo seco, g	3582.8	357.4	357.4	11.2	11.2	11.2
Absorción de agua, %	-0.7	-16.0	-16.0			

PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	96.6	96.6	5.0	65.1	65.1	3.4	26.6	26.6	1.4
1.270	0.050	186.9	186.9	9.7	136.7	136.7	7.1	58.8	58.8	3.0
1.905	0.075	285.6	285.6	14.8	211.4	211.4	10.9	89.6	89.6	4.6
2.540	0.100	401.1	401.1	20.7	277.5	277.5	14.3	126.0	126.0	6.5
3.810	0.150	601.9	601.9	31.1	389.1	389.1	20.1	196.0	196.0	10.1
5.080	0.200	749.3	749.3	38.7	465.0	465.0	24.0	250.6	250.6	12.9
6.350	0.250	861.8	861.8	44.5	533.2	533.2	27.5	298.2	298.2	15.4
7.620	0.300	917.7	917.7	47.4	577.2	577.2	29.8	331.5	331.5	17.1
10.160	0.400	988.7	988.7	51.1	655.3	655.3	33.9	379.4	379.4	19.6
12.700	0.500	1043.7	1043.7	53.9	697.8	697.8	36.1	411.9	411.9	21.3

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRESNA DE CELDA DIGITAL.

[Firma]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE M. ING. AS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

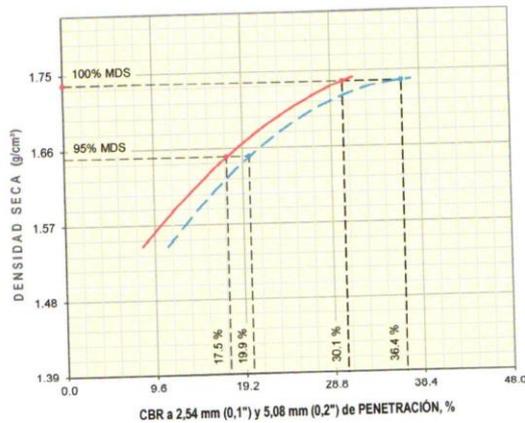
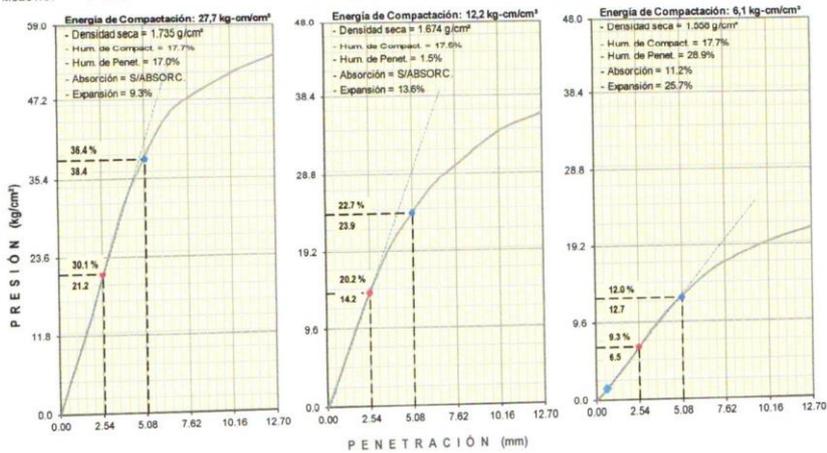
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10.jul.2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.9%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.738
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.7
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	30.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	36.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	19.9
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **165/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CEMENTO TÉCNICO : G.B.S
 CAL. CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 10-Jul.-2020
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : **C-01** PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : **M-01** CEMENTO : 4.8%

MOLDE N°	15		16		17	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9166.0	9317.0	9010.0	9231.0	8759.0	9008.0
PESO DEL MOLDE, g	4950.0	4950.0	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4216.0	4367.0	4053.0	4274.0	3742.0	3991.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2073.0	2264.6	2077.0	2438.2	2092.0	2680.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.034	1.928	1.951	1.753	1.789	1.489
DENSIDAD SECA	1.731	1.585	1.662	1.416	1.525	1.190
TARA N°	2	4	42	15	18	33
TARA + SUELO HUMEDO	514.1	673.3	540.2	630.8	588.4	685.3
TARA + SUELO SECO	465.9	590.1	487.9	547.5	531.0	585.7
PESO DEL AGUA	48.2	83.2	52.3	83.3	57.4	99.6
PESO DE LA TARA	190.5	206.9	187.1	197.6	199.4	188.7
PESO DEL SUELO SECO	275.4	383.2	300.8	349.9	331.6	397.0
% DE HUMEDAD	17.50	21.70	17.39	23.80	17.31	25.10
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.5		21.7		17.3	

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.440	10.50	9.24	0.780	19.81	17.39	1.270	32.26

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	15	16	17
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11522.0	11386.0	11137.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4367.0	4274.0	3991.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4216.0	4053.0	3742.0
Peso del agua absorbida, g	151.0	221.0	249.0
Peso del suelo seco, g	3588.1	3452.3	3190.1
Absorción de agua, %	4.2	6.4	7.8

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg	kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		115.0	115.0	5.9	84.0	84.0	4.3	33.3	33.3	1.7
1.270	0.050		222.5	222.5	11.5	176.4	176.4	9.1	73.5	73.5	3.8
1.905	0.075		340.0	340.0	17.6	272.8	272.8	14.1	112.0	112.0	5.8
2.540	0.100	70.3	477.5	477.5	24.7	358.0	358.0	18.5	157.5	157.5	8.1
3.810	0.150		716.5	716.5	37.0	502.0	502.0	25.9	245.0	245.0	12.7
5.080	0.200	105.5	892.0	892.0	46.1	600.0	600.0	31.0	313.3	313.3	16.2
6.350	0.250		1026.0	1026.0	53.0	688.0	688.0	35.5	372.8	372.8	19.3
7.620	0.300		1092.5	1092.5	56.4	744.8	744.8	38.5	414.4	414.4	21.4
10.160	0.400		1177.0	1177.0	60.8	845.6	845.6	43.7	474.3	474.3	24.5
12.700	0.500		1242.5	1242.5	64.2	900.4	900.4	46.5	514.9	514.9	26.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 RADHIKA AYCO
 VICENTE AYCO S
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

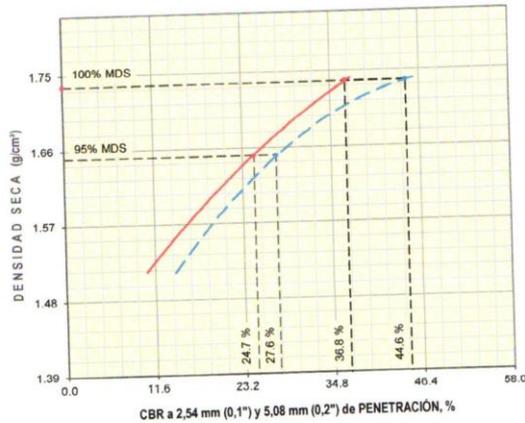
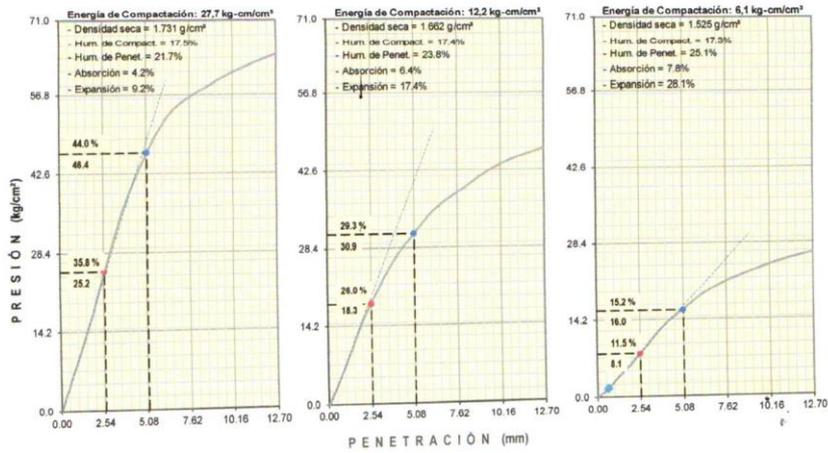
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 4.8%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.737
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.5
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	36.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	24.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	44.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	27.6
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Handwritten Signature]
 PADILLA ANCHO
 VICENTE ANCHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-Jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CEMENTO : 3.0%

MOLDE N°	11		12		13	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9416.0	9587.0	9107.0	9363.0	8813.0	9098.0
PESO DEL MOLDE, g	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0	5048.0	5048.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4320.0	4491.0	4012.0	4268.0	3765.0	4050.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2125.0	2316.5	2058.0	2426.5	2103.0	2742.3
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.033	1.939	1.949	1.759	1.790	1.477
DENSIDAD SECA	1.751	1.606	1.679	1.424	1.542	1.182
TARA N°	2	1	5	3	11	15
TARA + SUELO HUMEDO	580.2	613.8	530.7	635.8	583.4	674.0
TARA + SUELO SECO	526.2	541.5	485.8	550.7	528.4	579.0
PESO DEL AGUA	54.0	72.3	44.9	85.1	55.0	95.0
PESO DE LA TARA	190.5	192.4	206.2	188.7	187.4	197.6
PESO DEL SUELO SECO	335.7	349.1	279.6	362.0	341.0	381.4
% DE HUMEDAD	16.09	20.70	16.06	23.50	16.13	24.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.1	20.7	16.1	23.5	16.1	24.9

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.510	10.50	9.01	0.795	20.20	17.91	1.380	35.05	30.40

MOLDE N°	11		12		13	
	mm	%	mm	%	mm	%
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11645.0		11380.0		11196.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4491.0		4268.0		4050.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	4320.0		4012.0		3765.0	
Peso del agua absorbida, g	171.0		256.0		285.0	
Peso del suelo seco, g	3720.9		3455.6		3242.9	
Absorción de agua, %	4.6		7.4		8.8	

PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	82.8	82.8	4.3	60.9	60.9	3.1	26.6	26.6	1.4
1.270	0.050	160.2	160.2	8.3	127.9	127.9	6.6	58.8	58.8	3.0
1.905	0.075	244.8	244.8	12.6	197.8	197.8	10.2	89.6	89.6	4.6
2.540	0.100	343.8	343.8	17.8	259.6	259.6	13.4	126.0	126.0	6.5
3.810	0.150	515.9	515.9	26.7	364.0	364.0	18.8	196.0	196.0	10.1
5.080	0.200	642.2	642.2	33.2	455.2	455.2	23.5	250.6	250.6	12.9
6.350	0.250	738.7	738.7	38.2	518.5	518.5	26.8	298.2	298.2	15.4
7.620	0.300	786.6	786.6	40.6	566.7	566.7	29.3	331.5	331.5	17.1
10.160	0.400	847.4	847.4	43.8	652.8	652.8	33.7	379.4	379.4	19.6
12.700	0.500	894.6	894.6	46.2	683.8	683.8	35.3	411.9	411.9	21.3

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Handwritten signature
 VICENTE VILCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

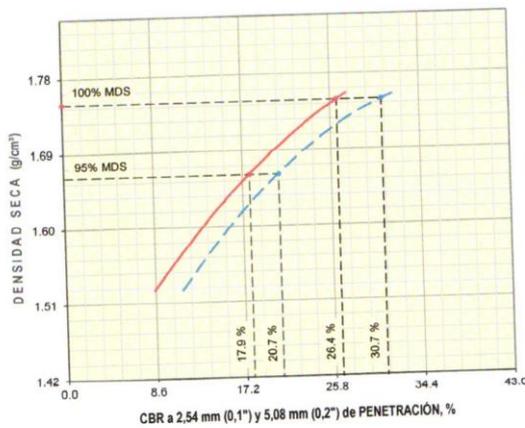
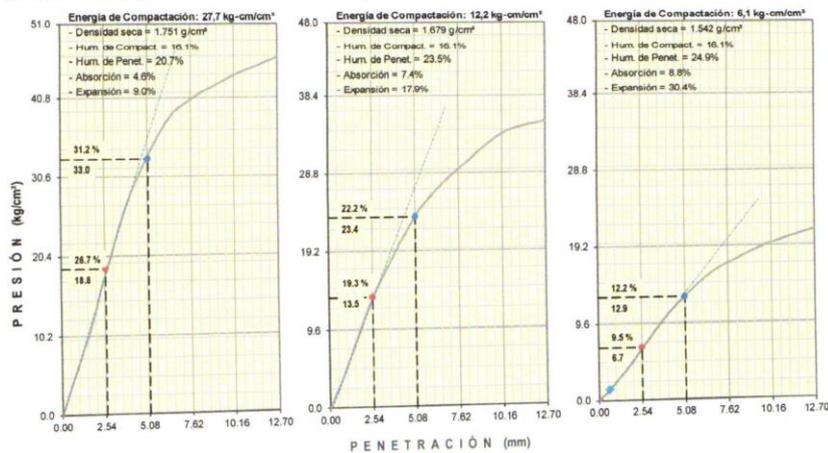
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 10-jul.-2020
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca kg/cm³	1.749
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.1
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2.54 mm (0,1') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	26.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.9
- C.B.R. a 5.08 mm (0,2') de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	30.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	20.7
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(23)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PADILLA AYCHO
 VICENTE V. P. INGS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA GANTERA

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.9%

MOLDE N°	13		14		15	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9342.0	9489.0	9244.0	9534.0	8666.0	8968.0
PESO DEL MOLDE, g	5048.0	5048.0	5115.0	5115.0	4950.0	4950.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4294.0	4441.0	4129.0	4419.0	3716.0	4018.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2103.0	2294.5	2104.0	2451.6	2073.0	2559.7
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.042	1.935	1.962	1.802	1.793	1.570
DENSIDAD SECA	1.742	1.597	1.673	1.436	1.532	1.241
TARA N°	3	11	15	21	35	41
TARA + SUELO HUMEDO	584.6	602.3	596.0	617.7	541.9	615.1
TARA + SUELO SECO	526.5	529.7	537.3	532.8	490.8	526.9
PESO DEL AGUA	58.1	72.6	58.7	84.9	51.1	88.2
PESO DE LA TARA	188.7	187.4	197.6	200.0	189.8	193.9
PESO DEL SUELO SECO	337.8	342.3	339.7	332.8	301.0	333.0
% DE HUMEDAD	17.20	21.20	17.28	25.50	16.98	26.50
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.2	21.2	17.3	25.5	17.0	26.5

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSIÓN								
			DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %		DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %				
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.450	10.50	9.11	0.750	19.05	16.52	1.050	26.67	23.48

MOLDE N°	13		14		15	
	Peso suelo humedo. + plato + molde, g	11596.0		11531.0		11164.0
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo humedo embebido, g	4441.0		4419.0		4018.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	4294.0		4129.0		3716.0	
Peso del agua absorbida, g	147.0		290.0		302.0	
Peso del suelo seco, g	3663.8		3520.0		3176.1	
Absorción de agua, %	4.0		8.2		9.5	

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		89.7	89.7	4.6	65.1	65.1	3.4	30.4	30.4	1.6
1.270	0.050		173.6	173.6	9.0	136.7	136.7	7.1	67.2	67.2	3.5
1.905	0.075		265.2	265.2	13.7	211.4	211.4	10.9	102.4	102.4	5.3
2.540	0.100	70.3	372.5	372.5	19.2	277.5	277.5	14.3	144.0	144.0	7.4
3.810	0.150		558.9	558.9	28.9	389.1	389.1	20.1	224.0	224.0	11.6
5.080	0.200	105.5	695.8	695.8	35.9	465.0	465.0	24.0	286.4	286.4	14.8
6.350	0.250		800.3	800.3	41.3	533.2	533.2	27.5	340.8	340.8	17.6
7.620	0.300		852.2	852.2	44.0	577.2	577.2	29.8	378.9	378.9	19.6
10.160	0.400		918.1	918.1	47.4	655.3	655.3	33.9	433.6	433.6	22.4
12.700	0.500		969.2	969.2	50.1	697.8	697.8	36.1	470.7	470.7	24.3

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 PADILLA AYCO
 VICENT V. ING.
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

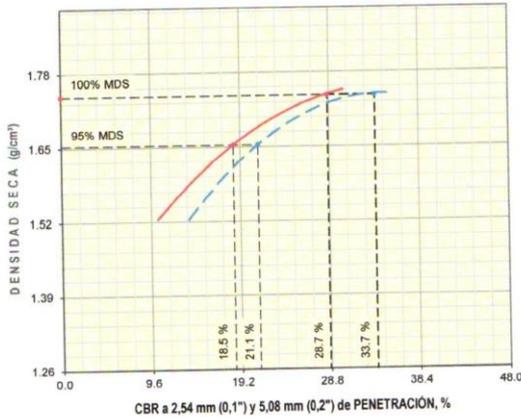
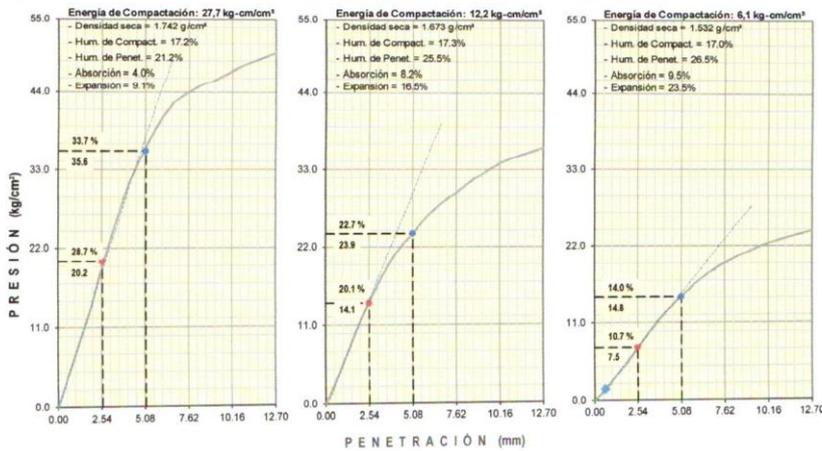
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA TÉCNICO : G.B.S
 CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 FECHA : 10-Jul.-2020
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.9%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.740
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.1
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2.54 mm (0.1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	28.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	18.5
- C.B.R. a 5.08 mm (0.2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	33.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	21.1
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUGS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(2)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Vicente Nicolas
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CEMENTO : 4.8%

MOLDE N°	1		2		3					
	5		5		5					
CAPAS N°	56		25		12					
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO				
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9299.0	9466.0	9221.0	9489.0	8725.0	9016.0				
PESO DEL MOLDE, g	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0	4879.0	4879.0				
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4308.0	4475.0	4142.0	4410.0	3846.0	4137.0				
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2295.6	2102.0	2509.8	2121.0	2695.5				
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.048	1.949	1.971	1.757	1.813	1.535				
DENSIDAD SECA	1.743	1.597	1.677	1.405	1.542	1.213				
TARA N°	6	4	18	52	23	27				
TARA + SUELO HUMEDO	527.9	622.7	569.2	625.0	559.8	686.8				
TARA + SUELO SECO	476.8	548.0	514.2	539.1	504.1	584.4				
PESO DEL AGUA	51.1	74.7	55.0	85.9	55.7	102.4				
PESO DE LA TARA	184.0	206.9	199.4	196.8	188.0	198.0				
PESO DEL SUELO SECO	292.8	341.1	314.8	342.3	316.1	386.4				
% DE HUMEDAD	17.45	21.90	17.47	25.10	17.62	26.50				
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.5		22.1		17.6					
EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		
05/07/2020	08:15 a.m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00		
09/07/2020	08:15 a.m.	4	0.510	10.50	9.11	0.880	22.35	19.40		
ABSORCIÓN										
MOLDE N°	1		2		3					
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11630.0		11522.0		11283.0					
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0					
Peso suelo húmedo embebido, g	4475.0		4410.0		4137.0					
Peso suelo hum. sin embeber, g	4308.0		4142.0		3846.0					
Peso del agua absorbida, g	167.0		268.0		291.0					
Peso del suelo seco, g	3666.4		3525.1		3270.4					
Absorción de agua, %	4.6		7.6		8.9					
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRON kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	125.8	125.8	6.5	94.5	94.5	4.9	48.5	48.5	2.5
1.270	0.050	243.9	243.9	12.6	198.5	198.5	10.3	107.1	107.1	5.5
1.905	0.075	373.6	373.6	19.3	306.9	306.9	15.9	163.2	163.2	8.4
2.540	0.100	524.5	524.5	27.1	402.8	402.8	20.8	229.5	229.5	11.9
3.810	0.150	787.8	787.8	40.7	564.8	564.8	29.2	357.0	357.0	18.4
5.080	0.200	966.3	966.3	49.9	675.0	675.0	34.9	456.5	456.5	23.6
6.350	0.250	1102.8	1102.8	57.0	774.0	774.0	40.0	543.2	543.2	28.1
7.620	0.300	1185.4	1185.4	61.2	837.9	837.9	43.3	603.8	603.8	31.2
10.160	0.400	1287.4	1287.4	66.5	951.3	951.3	49.1	691.1	691.1	35.7
12.700	0.500	1340.9	1340.9	69.3	1013.0	1013.0	52.3	750.2	750.2	38.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


 PABLO AYCHO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

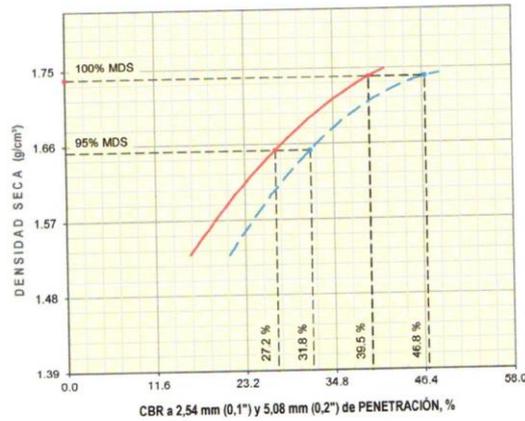
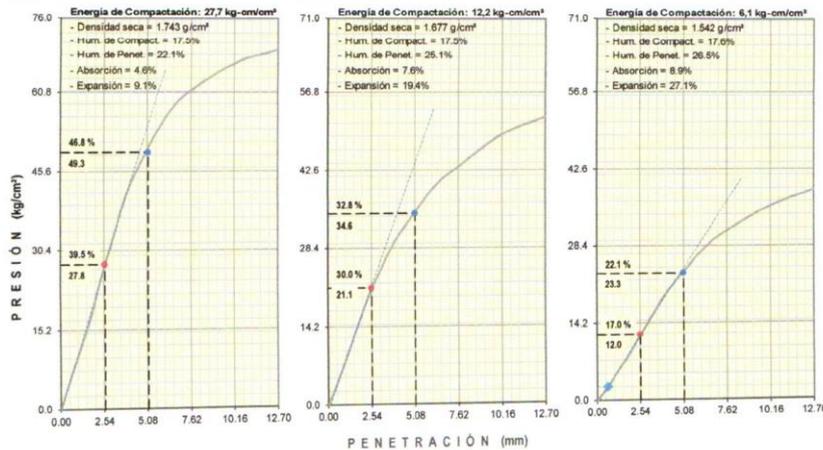
REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 4.8%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.739
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.4

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0.1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	39.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	27.2
- C.B.R. a 5,08 mm (0.2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	46.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	31.8

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(23)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]

 PABLO AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **185/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : **C-03** PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : **4.9%**
 MUESTRA : **M-01** CEMENTO : **3.0%**

MOLDE N°	14		15		16	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9435.0	9606.0	9039.0	9331.0	8670.0	8969.0
PESO DEL MOLDE, g	5115.0	5115.0	4950.0	4950.0	4957.0	4957.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4320.0	4491.0	4089.0	4381.0	3713.0	4012.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2295.6	2073.0	2467.0	2077.0	2781.1
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.053	1.956	1.973	1.776	1.788	1.443
DENSIDAD SECA	1.767	1.619	1.696	1.425	1.537	1.148
TARA N°	12	15	21	11	19	20
TARA + SUELO HUMEDO	574.8	672.2	567.1	608.7	586.8	675.2
TARA + SUELO SECO	520.8	590.5	515.7	525.5	530.9	578.7
PESO DEL AGUA	54.0	81.7	51.4	83.2	55.9	96.5
PESO DE LA TARA	188.8	197.6	200.0	187.4	187.9	203.1
PESO DEL SUELO SECO	332.0	392.9	315.7	338.1	343.0	375.6
% DE HUMEDAD	16.27	20.80	16.28	24.60	16.30	25.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.2	20.8	16.3	24.6	16.3	25.7

FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN	
			DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm %
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00 S/E	0.000	0.00 0.00	0.000	0.00 0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.495	10.50 9.11	0.850	21.59 19.01	1.520	38.61 33.90

MOLDE N°	14		15		16	
	Peso suelo húmedo + plato + molde, g	11646.0		11493.0		11158.0
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4491.0		4381.0		4012.0	
Peso suelo hum. sin embeber, g	4320.0		4089.0		3713.0	
Peso del agua absorbida, g	171.0		292.0		299.0	
Peso del suelo seco, g	3717.7		3515.9		3192.6	
Absorción de agua, %	4.6		8.3		9.4	

PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRON kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	75.9	75.9	3.9	58.8	58.8	3.0	24.7	24.7	1.3
1.270	0.050	146.9	146.9	7.6	123.5	123.5	6.4	54.6	54.6	2.8
1.905	0.075	224.4	224.4	11.6	191.0	191.0	9.9	83.2	83.2	4.3
2.540	0.100	315.2	315.2	16.3	250.6	250.6	12.9	117.0	117.0	6.0
3.175	0.150	472.9	472.9	24.4	351.4	351.4	18.2	182.0	182.0	9.4
3.810	0.200	588.7	588.7	30.4	439.5	439.5	22.7	232.7	232.7	12.0
4.445	0.250	677.2	677.2	35.0	500.6	500.6	25.9	276.9	276.9	14.3
5.080	0.300	721.1	721.1	37.3	547.1	547.1	28.3	307.8	307.8	15.9
5.715	0.400	776.8	776.8	40.1	630.3	630.3	32.6	352.3	352.3	18.2
6.350	0.500	820.1	820.1	42.4	660.2	660.2	34.1	382.5	382.5	19.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

N. Padiella
 PADIELLA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

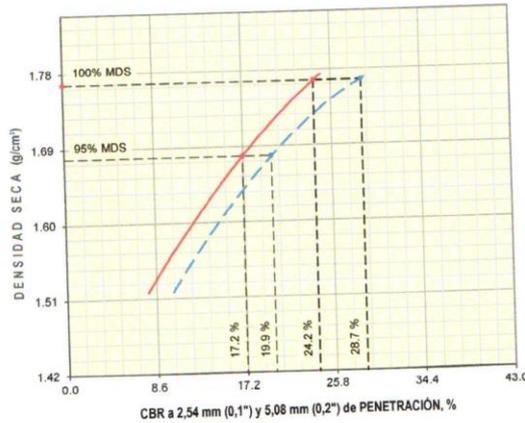
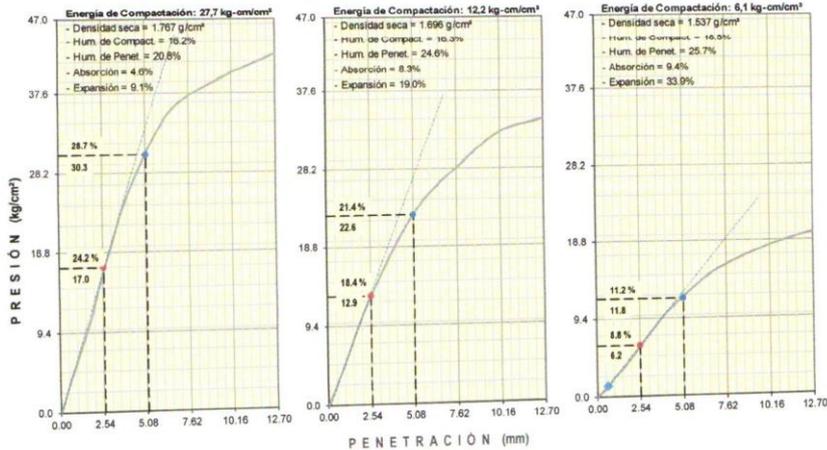
SOLICITANTE : Maria Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.0%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm ³	1.767
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.1

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100% de la M.D.S., %	24.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S., %	17.2
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100% de la M.D.S., %	28.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S., %	19.9

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO **185/2020.GEOSUR**
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNÍN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CEMENTO : 3.9%

MOLDE N°	16	17	18							
CAPAS N°	5	5	5							
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	13							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9212.0	9451.0	9132.0							
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5017.0							
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4255.0	4494.0	4115.0							
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2077.0	2268.5	2092.0							
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.049	1.981	1.967							
DENSIDAD SECA	1.751	1.603	1.684							
TARA N°	3	11	15							
TARA + SUELO HUMEDO	569.6	575.4	582.8							
TARA + SUELO SECO	514.3	511.0	527.4							
PESO DEL AGUA	55.3	64.4	55.4							
PESO DE LA TARA	188.7	187.4	197.6							
PESO DEL SUELO SECO	325.6	323.6	329.8							
% DE HUMEDAD	16.98	19.90	16.80							
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.0	23.6	16.8							
EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%		
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00		
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.450	10.50	9.22	0.750	19.05	16.61		
ABSORCIÓN										
MOLDE N°	16	17	18							
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11649.0	11491.0	11091.0							
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0							
Peso suelo húmedo embebido, g	4494.0	4379.0	3945.0							
Peso suelo hum. sin embeber, g	4255.0	4115.0	3800.0							
Peso del agua absorbida, g	239.0	264.0	145.0							
Peso del suelo seco, g	3636.8	3523.1	3247.9							
Absorción de agua, %	6.6	7.5	4.5							
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN	PRESIÓN PATRON kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025	103.5	103.5	5.3	75.6	75.6	3.9	33.3	33.3	1.7
1.270	0.050	200.3	200.3	10.3	158.8	158.8	8.2	73.5	73.5	3.8
1.905	0.075	315.0	315.0	16.3	245.5	245.5	12.7	112.0	112.0	5.8
2.540	0.100	429.8	429.8	22.2	322.2	322.2	16.6	157.5	157.5	8.1
3.810	0.150	644.9	644.9	33.3	451.8	451.8	23.3	245.0	245.0	12.7
5.080	0.200	802.8	802.8	41.5	540.0	540.0	27.9	313.3	313.3	16.2
6.350	0.250	923.4	923.4	47.7	619.2	619.2	32.0	372.8	372.8	19.3
7.620	0.300	983.3	983.3	50.8	670.3	670.3	34.6	414.4	414.4	21.4
10.160	0.400	1059.3	1059.3	54.7	761.0	761.0	39.3	474.3	474.3	24.5
12.700	0.500	1108.0	1108.0	57.2	810.4	810.4	41.9	514.9	514.9	26.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

Vicente Nicolás
VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

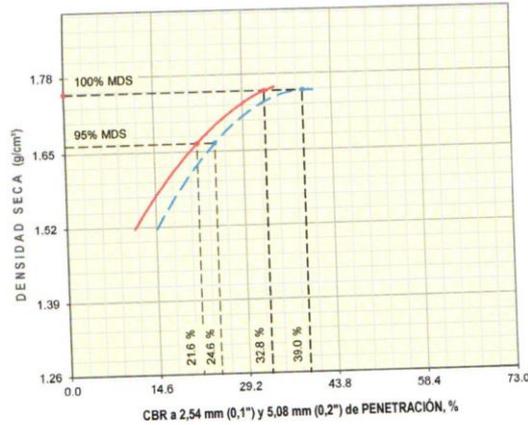
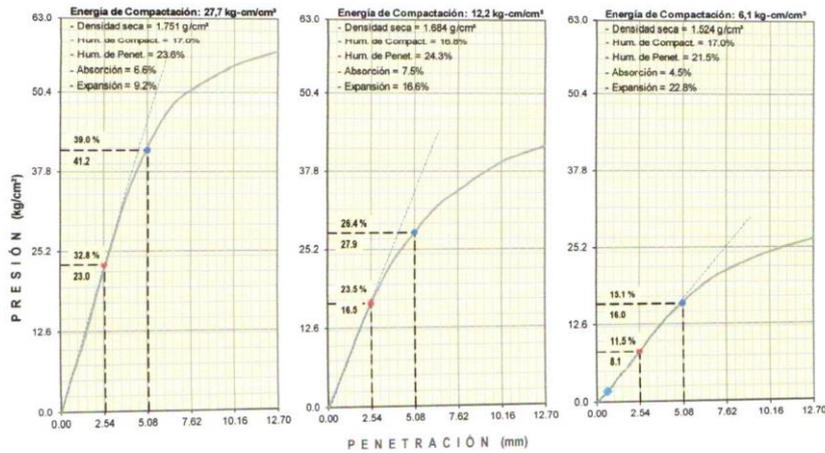
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN

REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 3.9%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.751
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2.54 mm (0.1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S. %	32.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S. %	21.6
- C.B.R. a 5.08 mm (0.2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S. %	39.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S. %	24.6

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Manuel Padilla Ayco
 PADILLA AYCO
 AGENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO : 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10-jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-03 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50 CAL : 4.9%
 MUESTRA : M-01 CEMENTO : 4.8%

MOLDE N°	5		6		7	
CAPAS N°	5		6		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9221.0	9408.0	8894.0	9123.5	8584.0	8858.0
PESO DEL MOLDE, g	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5	4832.0	4832.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4311.0	4498.0	3958.5	4188.0	3752.0	4026.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2127.0	2318.5	2039.0	2446.6	2075.0	2649.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.027	1.940	1.941	1.712	1.808	1.520
DENSIDAD SECA	1.725	1.582	1.655	1.379	1.535	1.202
TARA N°	12	21	14	12	33	27
TARA + SUELO HUMEDO	578.5	628.0	529.4	638.0	584.7	680.1
TARA + SUELO SECO	520.5	549.1	481.5	550.8	524.8	579.4
PESO DEL AGUA	58.0	78.9	47.9	87.2	59.9	100.7
PESO DE LA TARA	188.8	200.0	204.9	188.8	188.7	198.0
PESO DEL SUELO SECO	331.7	349.1	276.6	362.0	336.1	381.4
% DE HUMEDAD	17.49	22.60	17.32	24.10	17.82	26.40
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.5	22.6	17.3	24.1	17.8	26.4

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	%	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm
05/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
09/07/2020	08:15 a. m.	4	0.510	10.50	9.01	0.880	22.35	19.99	1.240	31.50

ABSORCIÓN		
MOLDE N°	5	6
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11653.0	11300.0
Peso del plato + molde, g	7165.0	7112.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4498.0	4188.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4311.0	3958.5
Peso del agua absorbida, g	187.0	229.5
Peso del suelo seco, g	3668.9	3374.7
Absorción de agua, %	5.1	6.8

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRON kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		94.9	94.9	4.9	67.4	67.4	3.5	40.1	40.1	2.1
1.270	0.050		224.8	224.8	11.6	171.9	171.9	8.9	95.5	95.5	4.9
1.905	0.075		358.9	358.9	18.5	280.3	280.3	14.5	155.7	155.7	8.0
2.540	0.100	70.3	493.7	493.7	25.5	375.1	375.1	19.4	212.5	212.5	11.0
3.810	0.150		718.6	718.6	37.1	510.2	510.2	26.4	319.0	319.0	16.5
5.080	0.200	105.5	892.3	892.3	46.1	634.3	634.3	32.8	427.9	427.9	22.1
6.350	0.250		1009.1	1009.1	52.1	723.4	723.4	37.4	515.0	515.0	26.6
7.620	0.300		1103.7	1103.7	57.0	794.1	794.1	41.0	581.9	581.9	30.1
10.160	0.400		1213.6	1213.6	62.7	881.7	881.7	45.6	673.1	673.1	34.8
12.700	0.500		1253.1	1253.1	64.7	916.1	916.1	47.3	705.7	705.7	36.5

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

[Firma]
 PADILLA NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

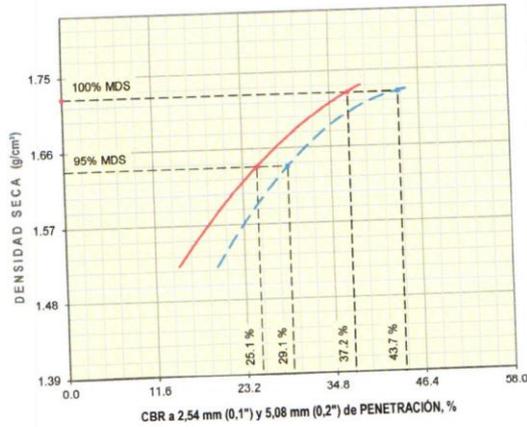
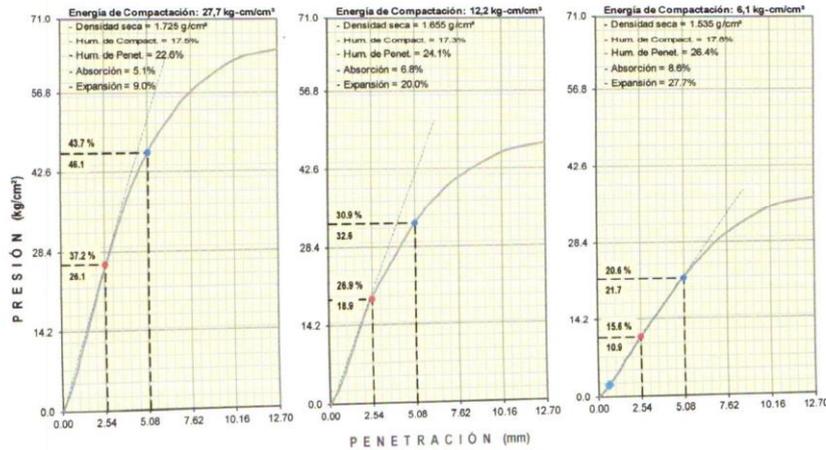
SOLICITANTE : María Ximena AUCCALLA GAMARRA, Jessica Jesenia VALENZUELA VILCAMICHE REGISTRO 185/2020.GEOSUR
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019 TÉCNICO : G.B.S
 UBICACION : TRAMO SAN JOSÉ - CHICHIZU - JUNIN FECHA : 10.jul.-2020

REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CAL : 4.9%
 CEMENTO : 4.8%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.724
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.7

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1%) de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	37.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	25.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2%) de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	43.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	29.1

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

[Signature]
 PAULINA AYCHO
 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 11717659

ANEXO N° 3: CARTAS

Carta de aceptación del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Lima, 07 de julio del 2020

Señor:

Ing. CHOQUE FLOES, Leopoldo.

Coordinador de la E.P Ingeniería Civil-Universidad Cesar Vallejo-Campus Ate

Carretera Central KM 8.2 Ate.

Presente .-

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a **AUCCALLA GAMARRA, María Ximena**, identificada con DNI N° **74251928** código universitario N° **6500022839** y **VALENZUELA VILCAMICHE, Jessica Jesenia**, identificada con DNI N° 77667043, código universitario N° 6500078845, estudiantes del X ciclo de la facultad de ingeniería de la escuela de ingeniería civil de la de la institución universitaria que usted representa han sido admitidos para realizar los ensayos de granulometría, Límites de Atterberg, PROCTOR modificado y CBR, a fin de aplicar el instrumento de tesis "Estabilización de la sub rasante de suelos arcillosos aplicando cal con cemento en el tramo de San José –Chichizu, Junín 2019". En el Laboratorio de Mecánica de suelos GEOSUR S.A.C. ubicado en AV. CAJAMARQUILLA –MZ-B – LOTE 8 – LIMA –LURIGANCHO CHOSICA.

Sin otro en particular y agradeciéndole por su atención.


CARLOS HENRY DEL ARCO
GERENTE GENERAL

**CONSTANCIA DE ENTREGA DE RESULTADOS FINALES DE
ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS PARA TRABAJO DE
INVESTIGACION**

**EL JEFE DEL LABORATORIO GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C
HACE CONSTAR**

Que las señoritas: **AUCCALLA GAMARRA, María Ximena**, identificada con DNI N° **74251928** código universitario N° **6500022839** y **VALENZUELA VILCAMICHE, Jessica Jesenia**, identificada con DNI N° **77667043**, código universitario N° **6500078845**, estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Ate, ejecutaron los ensayos de mecánica de suelos en laboratorio para la investigación denominada: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019**, bajo la asesoría técnica de nuestros profesionales. Se realizaron los ensayos de **GRANULOMETRIA, LIMITES DE ATTERBERG, PROCTOR MODIFICADO** y **C.B.R.** a tres calicatas para poder formar el grupo patrón y a su vez se realizarán estos mismos ensayos a muestras con la adición de tres porcentajes de cal (3%, 5%, 7%), cemento (10%, 13%, 16%), cal con cemento (4.9%-3%), (4,9%-3.9%) y (4.9%-4.8%) las cuales fueron para los grupos experimentales. Se hace entrega de los resultados de cada ensayo ejecutado en laboratorio el día 13/07/2020 y adicionalmente se otorgan los certificados de control y calibración de equipos.

Sin otro particular se expide la presente para fines de los interesados.

13, de julio de 2020.



LABORATORIO
GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

ANEXO N° 4: COTIZACION DEL LABORATORIO



ORDEN DE SERVICIO		N° ORDEN:	N°0065																														
		VERSION:	65																														
		F. ENVIO:	03/07/2020																														
NOMBRE: JESSICA JESENIA VALENZUELA VILCAMICHE- MARIA XIMENA AUCCALLA GAMARRA RUC: 10778670435-10742519282 DIRECCIÓN: Mz "A" Lt 9 Moron chico																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>IMPORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td> Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN , 2020. </td> <td>1</td> <td>glb.</td> <td>S/2,118.64</td> <td>S/2,118.64</td> </tr> <tr> <td colspan="5">SUB-TOTAL</td> <td>S/. 2,118.64</td> </tr> <tr> <td colspan="5">IGV (18%)</td> <td>S/. 381.36</td> </tr> <tr> <td colspan="5">TOTAL</td> <td>S/. 2,500.00</td> </tr> </tbody> </table>				No.	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	1	Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN , 2020.	1	glb.	S/2,118.64	S/2,118.64	SUB-TOTAL					S/. 2,118.64	IGV (18%)					S/. 381.36	TOTAL					S/. 2,500.00
No.	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE																												
1	Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN , 2020.	1	glb.	S/2,118.64	S/2,118.64																												
SUB-TOTAL					S/. 2,118.64																												
IGV (18%)					S/. 381.36																												
TOTAL					S/. 2,500.00																												
IMPORTE CON LETRA:																																	
OBSERVACIONES:																																	
CONSIDERACIONES:																																	
<ul style="list-style-type: none"> * Las facturas deben estar correctamente emitidas en cuanto a la Razón Social, RUC, fecha, dirección y cálculos matemáticos. * No se aceptarán facturas que hagan referencia a más de una Orden de Compra. * Las condiciones de pago sería un adelanto por el servicio. 																																	


 Jessica Jesenia Valenzuela Vilcamiche
 Tesisista 1 - UCV


 Maria Jimena Aucalla Gamarra
 Tesisista 2 - UCV


 Laboratorio
 GEOSUR GEOTECNICA E INGENIERIA S.A.C.

ORDEN DE SERVICIO																																				
					N° ORDEN:	N°0066																														
					VERSION:	66																														
					F. ENVÍO:	13/07/2020																														
NOMBRE: JESSICA JESENIA VALENZUELA VILCAMICHE- MARIA XIMENA AUCCALLA GAMARRA RUC: 10778670435-10742519282 DIRECCIÓN: Mz "A" Lt 9 Moron chico																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>IMPORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td> Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN, 2020. </td> <td>1</td> <td>glb.</td> <td>S/2,118.64</td> <td>S/2,118.64</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">SUB-TOTAL</td> <td>S/ 2,118.64</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">IGV (18%)</td> <td>S/ 381.36</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">TOTAL</td> <td>S/ 3,500.00</td> </tr> </tbody> </table>							No.	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	1	Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN, 2020.	1	glb.	S/2,118.64	S/2,118.64	SUB-TOTAL					S/ 2,118.64	IGV (18%)					S/ 381.36	TOTAL					S/ 3,500.00
No.	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE																															
1	Ensayos de mecánica de suelos para 4 muestras de suelo combinadas con cal con cemento: - Clasificación de suelos (ASTM D-2487) - Límites de Atterberg (ASTM D-4318) - Proctor Modificado (ASTM D-1557) - CBR (ASTM D-1883) Tesis: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN, 2020.	1	glb.	S/2,118.64	S/2,118.64																															
SUB-TOTAL					S/ 2,118.64																															
IGV (18%)					S/ 381.36																															
TOTAL					S/ 3,500.00																															
IMPORTE CON LETRA:																																				
OBSERVACIONES:																																				
CONSIDERACIONES:																																				
* Las facturas deben estar correctamente emitidas en cuanto a la Razón Social, RUC, fecha, dirección y cálculos matemáticos. * No se aceptarán facturas que hagan referencia a más de una Orden de Compra. * Las condiciones de pago , la cancelación del pago por el servicio.																																				


 Jessica Jesenia Valenzuela Vilcamiche
 Tesisista 1 - UCV


 Maria jimena Aucalla Gamarra
 Tesisista 2 - UCV


 Laboratorio
 GEOSUR GEOTECNICA E INGENIERIA S.A.C.

ANEXO N° 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 011 - 2020

Página 1 de 3

Expediente : 003-2020
Fecha de Emisión : 2020-01-13

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SP J6001

Número de Serie : 7129421065

Alcance de Indicación : 6000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-01-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 005 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 008-2020
Fecha de emisión : 2020-01-15

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : TAMEQUIPOS LTDA.
Modelo de Prensa : TCP038
Serie de Prensa : 505

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t.6B
Serie de Celda : J382535
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : A12
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
14 - ENERO - 2020

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,6	27,4
Humedad %	65	65

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 012 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : T 008-2020
Fecha de emisión : 2020-01-15

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : ANALÓGICO

Marca del Equipo : RR
Modelo del Equipo : H2356
Serie del Equipo : 225814
Capacidad del Equipo : 58 L

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
14 - ENERO - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.4	27.3
Humedad %	65	65

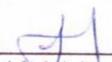
7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 013 - 2020

Página 1 de 3

Expediente : 003-2020
Fecha de Emisión : 2020-01-13

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : TAJ602
Número de Serie : 7128460365
Alcance de Indicación : 600 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g
División de Escala Real (d) : 0,01 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2020-01-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 012 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 003-2020
 Fecha de Emisión : 2020-01-13

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : PATRICK'S
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : NO INDICA
Alcance de Indicación : 10 kg
División de Escala de Verificación (e) : 0,001 kg
División de Escala Real (d) : 0,001 kg
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2020-01-11

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

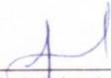
3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
 AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

PT.06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

COPIA DE RECOPILACIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO N°6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO
INSTRUMENTO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019

Este cuestionario busca determinar la estabilización de la subrasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019.

INSTRUCCIONES:

Para cada pregunta se considerará la escala de 1 a 5 donde:

1: Muy poco 2:Poco 3:Regular 4:Aceptable 5:Muy aceptable

N°	ITEMS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1	En su experiencia profesional ¿Cree usted que se puede considerar a la cal y el cemento como aditivos para la estabilización de suelos arcillosos?					X
2	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el uso del cemento puede aumentar la resistencia del suelo arcilloso?					X
3	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación de la cal?					X
4	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación del cemento?					X
5	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la estabilización del suelo arcilloso utilizando cal con cemento sea económica?				X	
6	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el suelo estabilizado con cal y cemento incremente su resistencia en más del 100% de los valores obtenidos inicialmente?				X	
7	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la densidad máxima seca que alcanza el suelo será menor a medida que se incremente el porcentaje estabilizante?					X
8	En su experiencia profesional ¿Considera usted que la humedad optima de compactación aumente si se incrementa el porcentaje estabilizante?					X
9	En su experiencia profesional ¿Considera usted que el valor de CBR se va incrementar al adicionarse 10%,13% y 16% del cemento?					X
10	En su experiencia profesional ¿Cree usted que estabilizar suelos arcilloso con cal y cemento mejora la permeabilidad y compresibilidad de la subrasante?					X


 VICENTE NICOLAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 177469

INSTRUMENTO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN, 2019

Este cuestionario busca determinar la estabilización de la subrasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019.

INSTRUCCIONES:

Para cada pregunta se considerará la escala de 1 a 5 donde:

1: Muy poco 2:Poco 3:Regular 4:Aceptable 5:Muy aceptable

N°	ITEMS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1	En su experiencia profesional ¿Cree usted que se puede considerar a la cal y el cemento como aditivos para la estabilización de suelos arcillosos?					X
2	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el uso del cemento puede aumentar la resistencia del suelo arcilloso?					X
3	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación de la cal?					X
4	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación del cemento?					X
5	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la estabilización del suelo arcilloso utilizando cal con cemento sea económica?					X
6	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el suelo estabilizado con cal y cemento incremente su resistencia en más del 100% de los valores obtenidos inicialmente?				X	
7	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la densidad máxima seca que alcanza el suelo será menor a medida que se incremente el porcentaje estabilizante?				X	
8	En su experiencia profesional ¿Considera usted que la humedad optima de compactación aumente si se incrementa el porcentaje estabilizante?				X	
9	En su experiencia profesional ¿Considera usted que el valor de CBR se va incrementar al adicionarse 10%,13% y 16% del cemento?					X
10	En su experiencia profesional ¿Cree usted que estabilizar suelos arcilloso con cal y cemento mejora la permeabilidad y compresibilidad de la subrasante?					X



HEBER ORTIZ MATOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 127271

INSTRUMENTO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN, 2019

Este cuestionario busca determinar la estabilización de la subrasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019.

INSTRUCCIONES:

Para cada pregunta se considerará la escala de 1 a 5 donde:

1: Muy poco 2:Poco 3:Regular 4:Aceptable 5:Muy aceptable

N°	ITEMS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1	En su experiencia profesional ¿Cree usted que se puede considerar a la cal y el cemento como aditivos para la estabilización de suelos arcillosos?				X	
2	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el uso del cemento puede aumentar la resistencia del suelo arcilloso?				X	
3	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación de la cal?				X	
4	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación del cemento?				X	
5	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la estabilización del suelo arcilloso utilizando cal con cemento sea económica?			X		
6	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el suelo estabilizado con cal y cemento incremente su resistencia en más del 100% de los valores obtenidos inicialmente?		X			
7	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la densidad máxima seca que alcanza el suelo será menor a medida que se incremente el porcentaje estabilizante?				X	
8	En su experiencia profesional ¿Considera usted que la humedad optima de compactación aumente si se incrementa el porcentaje estabilizante?			X		
9	En su experiencia profesional ¿Considera usted que el valor de CBR se va incrementar al adicionarse 10%,13% y 16% del cemento?			X		
10	En su experiencia profesional ¿Cree usted que estabilizar suelos arcilloso con cal y cemento mejora la permeabilidad y compresibilidad de la subrasante?					X


 Instituto de Vivienda Municipal
 de la Provincia de Chanchamayo
 "IVP CHANCHAMAYO"
 Ing. Civil Víctor O. Sánchez Zúñiga
 JEFE DE OPERACIONES
 REG. CIP. N° 30945

ANEXO

INSTRUMENTO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN, 2019

Este cuestionario busca determinar la estabilización de la subrasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019.

INSTRUCCIONES:

Para cada pregunta se considerará la escala de 1 a 5 donde:

1: Muy poco 2:Poco 3:Regular 4:Acceptable 5:Muy aceptable

N°	ITEMS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1	En su experiencia profesional ¿Cree usted que se puede considerar a la cal y el cemento como aditivos para la estabilización de suelos arcillosos?				X	
2	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el uso del cemento puede aumentar la resistencia del suelo arcilloso?				X	
3	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación de la cal?				X	
4	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación del cemento?				X	
5	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la estabilización del suelo arcilloso utilizando cal con cemento sea económica?			X		
6	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el suelo estabilizado con cal y cemento incremente su resistencia en más del 100% de los valores obtenidos inicialmente?			X		
7	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la densidad máxima seca que alcanza el suelo será menor a medida que se incremente el porcentaje estabilizante?			X		
8	En su experiencia profesional ¿Considera usted que la humedad optima de compactación aumente si se incrementa el porcentaje estabilizante?				X	
9	En su experiencia profesional ¿Considera usted que el valor de CBR se va incrementar al adicionarse 10%,13% y 16% del cemento?				X	
10	En su experiencia profesional ¿Cree usted que estabilizar suelos arcilloso con cal y cemento mejora la permeabilidad y compresibilidad de la subrasante?				X	


 PABLO CESAR COCATA COICAPOSA
 INGENIERO CIVIL
 RUPY: 178714 193541

ANEXO

INSTRUMENTO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSE-CHICHIZU, JUNIN 2019

Este cuestionario busca determinar la estabilización de la subrasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu, Junin, 2019.

INSTRUCCIONES:

Para cada pregunta se considerará la escala de 1 a 5 donde:

1: Muy poco 2:Poco 3:Regular 4:Aceptable 5:Muy aceptable

N°	ITEMS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1	En su experiencia profesional ¿Cree usted que se puede considerar a la cal y el cemento como aditivos para la estabilización de suelos arcillosos?				X	
2	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el uso del cemento puede aumentar la resistencia del suelo arcilloso?				X	
3	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación de la cal?				X	
4	En su experiencia profesional ¿Considera usted importante que se tome en cuenta el tipo de suelo para la dosificación del cemento?				X	
5	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la estabilización del suelo arcilloso utilizando cal con cemento sea económica?		X			
6	En su experiencia profesional ¿Cree usted que el suelo estabilizado con cal y cemento incremente su resistencia en más del 100% de los valores obtenidos inicialmente?				X	
7	En su experiencia profesional ¿Cree usted que la densidad máxima seca que alcanza el suelo será menor a medida que se incremente el porcentaje estabilizante?			X		
8	En su experiencia profesional ¿Considera usted que la humedad optima de compactación aumente si se incrementa el porcentaje estabilizante?			X		
9	En su experiencia profesional ¿Considera usted que el valor de CBR se va incrementar al adicionarse 10%,13% y 16% del cemento?			X		
10	En su experiencia profesional ¿Cree usted que estabilizar suelos arcilloso con cal y cemento mejora la permeabilidad y compresibilidad de la subrasante?				X	

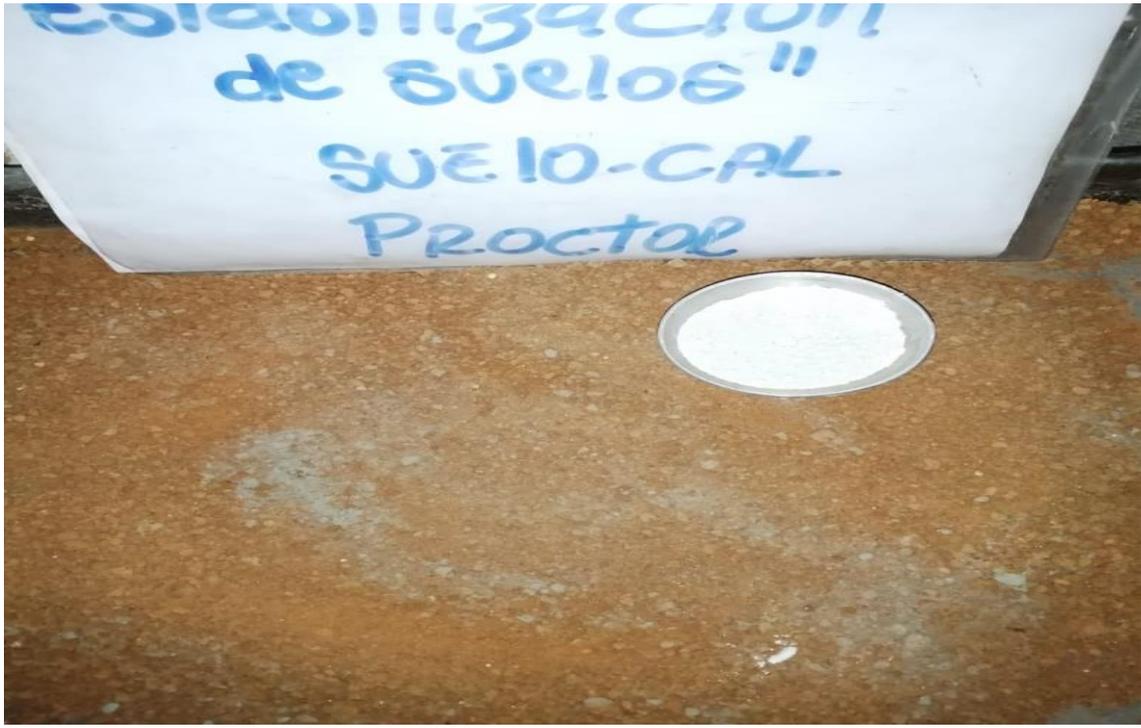


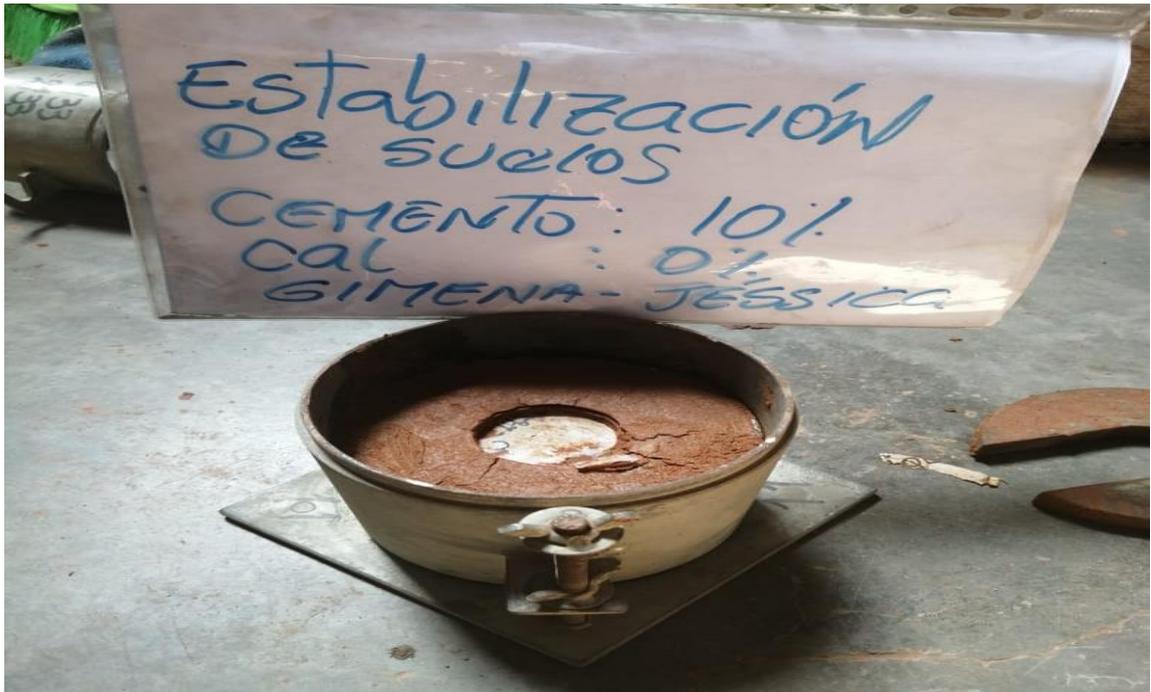
GUSTAVO JEREMIAS
RIQUE PEREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 138318

ANEXO N° 7: PANEL FOTOGRÁFICO















Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), JESSICA JESENIA VALENZUELA VILCAMICHE, MARIA XIMENA AUCCALLA GAMARRA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, APLICANDO LA CAL CON CEMENTO EN EL TRAMO DE SAN JOSÉ-CHICHIZU, JUNIN 2019", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
JESSICA JESENIA VALENZUELA VILCAMICHE DNI: 77667043 ORCID 0000-0002-8651-7187	Firmado digitalmente por: JVALENZUELAV el 01 Ago 2020 07:26:19
MARIA XIMENA AUCCALLA GAMARRA DNI: 74251928 ORCID (0000-0002-1319-8074)	Firmado digitalmente por: MAUCCALLAG el 04 Ago 2020 09:57:41

Código documento Trilce: 52666