

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO
DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE
SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO
VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO
2021.**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA VIAL

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TESISTA:

DAZA CECILIO, VICTOR FREDY

ASESOR:

MBA. ING. CÓRDOBA FACUNDO, CARLOS ENRIQUE

HUÁNUCO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, principalmente a mi querida madre, Carolina Cecilio Benancio que con su amor incondicional me ha forjado, educado y apoyado en todos los momentos de mi vida y etapas de mi formación profesional

A mi querida abuela Carlota Castillo Aro, quien siempre estuvo a mi lado en los momentos más difícil de mi infancia y me cobijo con su amor incondicional, hoy guía mi camino desde el cielo.

A mi Hno. Emerson Daza Cecilio, que es mi mayor orgullo y ejemplo a seguir que con su bondad y disciplina me ha enseñado siempre el camino a seguir como persona y como profesional.

A mis hermanos menores, Jesús y Jean Carlos, que siguen creciendo día a día y forjando su camino y a todos mis familiares que influyeron en mi formación profesional y personal.

Y a una persona especial que siempre llevo en mi mente y corazón, al profesor Winico Chacon Tolentino, que con su bondad y sabiduría me transmitió sus conocimientos y sus consejos durante mi etapa formativa.

.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien siempre ha guiado mi camino a lo largo de mi vida a mi querida alma mater y a todos docentes que formaron parte de mi formación profesional y a los docentes del curso de titulación que gracias a su apoyo incondicional se desarrolló la presente investigación.

RESUMEN

Con la llegada del invierno y las fuertes precipitaciones que ello conlleva se presentan uno de los principales problemas en la construcción de carreteras y en todo tipo de proyecto de construcción civil a nivel nacional, la expansión en los suelos arcillosos de alta plasticidad. El cual tiene un problema muy complejo ya que al ser arcillas de alta plasticidad poseen un cambio volumétrico grande, que a la larga influenciara directamente en la durabilidad de los proyectos en ejecución, así mismo las subrasantes que contienen este tipo de arcilla poseen propiedades tanto física como mecánicas muy bajas como el CBR, que en muestras de suelos naturales analizadas, se obtuvo valores de entre el 3 al 4%, siendo esta catalogada por el ministerio de Transporte y Comunicaciones como una subrasante pobre o inadecuada.

Es así que se planteó disminuir el porcentaje de expansión y mejorar la resistencia o capacidad de soporte, utilizando el cemento portland tipo I, como agente estabilizador a nivel de la subrasante, ese proceso consiste en mezclar el material con el cemento Portland Tipo I formando un suelo cemento en porcentajes de 1%, 3%, 5% y 7%, las cuales fueron analizados mediante los ensayos de CBR, Proctor Modificado, Límites de Aterberg.

Luego de realizar los ensayos, granulométrico, Límites de Aterberg, Proctor y CBR tanto para las muestras en suelo natural como en suelo estabilizado, se llegó a la siguiente conclusión.

El cemento portland tipo I reduce significativamente el cambio volumétrico de los suelos arcillosos de alta plasticidad, siendo los valores obtenidos con mayor reducción con la relación suelo cemento 1%, 3%, 5%, 7% de dosificación fueron 8.72%, 7.47%, 5.46% y 4.54% respectivamente, siendo la dosificación al 7% con la que se obtuvo mejor resultado reduciendo un 6.04%, que representa una reducción del 57.08% de expansión con respecto al suelo natural, con este resultado se valida la hipótesis general planteada.

De igual manera la investigación realizada tiene un enfoque cuantitativo, de nivel relacional, descriptivo y exploratorio.

Respecto al tipo de investigación, es una investigación, aplicada, explicativa, cuantitativa, de campo, experimental, inductiva, transversal y sincrónica.

Por último, el diseño que se usó en esta investigación fue el experimental transversal, ya que durante la ejecución de la investigación solo se ha manipulado una sola variable.

Palabras clave: Expansión; Suelo cemento; Arcilla; CBR.

SUMMARY

With the arrival of winter and the heavy rainfall it brings, one of the main problems in road construction and in all types of civil construction projects at national level is the expansion of high plasticity clay soils. This is a very complex problem since, being high plasticity clays, they have a large volumetric change, which in the long run will directly influence the durability of the projects being executed. Likewise, the subgrade containing this type of clay has very low physical and mechanical properties such as the CBR, which in samples of natural soils analyzed, values of between 3 to 4% were obtained, being catalogued by the Ministry of Transportation and Communications as a poor or inadequate subgrade.

Thus, it was proposed to reduce the percentage of expansion and improve the resistance or bearing capacity, using Portland cement type I, as a stabilizing agent at the subgrade level, this process consists of mixing the material with Portland cement Type I forming a soil cement in percentages of 1%, 3%, 5% and 7%, which were analyzed by means of CFR, Modified Proctor, Aterbberg Limits tests.

After performing the granulometric, Aterbberg Limits, Proctor and CBR tests for both the samples in natural soil and stabilized soil, the following conclusion was reached.

The portland cement type I significantly reduces the volumetric change of clayey soils of high plasticity, being the values obtained with greater reduction with the soil cement ratio 1%, 3%, 5%, 5%, 7% of dosage were 8.72%, 7.47%, 5.46% and 4.54% respectively, being the 7% dosage with which the best result was obtained, reducing by 6.04%, which represents a reduction of 57.08% of expansion with respect to the natural soil, with this result the general hypothesis is validated.

Likewise, the research carried out has a quantitative, relational, descriptive and exploratory approach.

Regarding the type of research, it is an applied, explanatory, quantitative, quantitative, field, experimental, inductive, cross-sectional and synchronous research.

Finally, the design used in this research was cross-sectional experimental, since only one variable was manipulated during the execution of the research.

Keywords: Expansion; Soil-cement; Clay; CBR.

cbÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	vi
INTRODUCCIÓN	xviii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Fundamentación del problema de investigación.....	1
1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específicos .	4
1.2.1 Problema General.....	4
1.2.2 Problemas Específicos.....	4
1.3 Formulación de Objetivos Generales y Específicos.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Limitaciones	6
1.6 Formulación de Hipótesis Generales y Específicas	7
1.6.1 Hipótesis General	7
1.6.2 Hipótesis Específicas	7
1.7 Variables	8
1.7.1 Variable Independiente	8
1.7.2 Variable Dependiente.....	8
1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables	8
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes	11
2.1.1 A Nivel Internacional	11

2.1.2	A Nivel Nacional.....	13
2.1.3	A Nivel Local.....	15
2.2	Bases Teóricas	17
2.2.1	Cambio Volumétrico.....	17
2.2.2	Estabilización de suelos.....	20
2.2.3	Condiciones Climáticas.....	26
2.3	Bases Conceptuales	28
2.4	Bases Epistemológicas, Filosóficas o Antropológicas	30
III.	METODOLOGÍA.....	32
3.1	Ámbito.....	32
3.2	Población	32
3.3	Muestra	32
3.4	Nivel y tipo de Estudio.....	35
3.4.1	Enfoque	35
3.4.2	Nivel.....	35
3.4.3	Tipo.....	35
3.5	Diseño de investigación.....	36
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos	36
3.7	Validación y confiabilidad del Instrumento.....	37
3.8	Procedimiento	38
3.8.1	Toma de muestras en campo.....	38
3.8.2	Procesamiento de la muestra de campo en el laboratorio mediante los ensayos de necesarios.	38
3.9	Tabulación y análisis de datos.....	41
3.10	Consideraciones Éticas	47

IV. RESULTADO	49
4.1 Obtención de las muestras.....	49
4.2 Resultados de laboratorio.....	50
4.2.1 Granulometría, Clasificación, AASHTO y SUCS	50
4.2.2 Ensayo de Límites de Atterberg	50
4.2.3 Contenido de humedad.....	60
4.2.4 Ensayo de compactación utilizando energía modificada (Proctor Modificado)	
62	
4.2.5 Ensayo de CBR	73
4.2.6 Ensayo de expansión.....	75
4.2.7 Evolución de expansión en base al IP.....	85
V. DISCUSIÓN.....	87
5.1 Resultados de laboratorio.....	87
5.1.1 Granulometría, Clasificación AASHTO Y SUCS.....	87
5.1.2 Actividad	87
5.1.3 Límites de Atterberg.....	88
5.1.4 Proctor Modificado	89
5.1.5 Capacidad de soporte	91
5.1.6 Expansión.	93
5.2 Discusión respecto a los antecedentes	94
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	102
ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	104
ANEXO 3. INSTRUMENTOS.	105

ANEXO 4. CONSTANCIA DE SIMILITUD DE TESIS	106
ANEXO 5. ACTA DE DEFENSA DE TESIS	107
ANEXO 6. NOTA BIOGRÁFICA	108
ANEXO 7. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y D.J. DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	110
ANEXO 8. VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR LOS JUECES	111
Validación mediante el certificado de calibración de los instrumentos	112
Certificado de calibración Balanza I y II	114
Certificado de Calibración de balanza III.....	120
Certificado de Calibración- Laboratorio de Fuerza	123
ANEXO 9. PANEL FOTOGRÁFICO	126
ANEXO 10. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	133

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento	26
Tabla 2. Número mínimo de calicatas por kilometro	34
Tabla 3 <i>Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-1</i>	41
Tabla 4 <i>Datos recopilados del ensayo de expansión C-1, suelo natural</i>	41
Tabla 5 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C1, suelo natural</i>	42
Tabla 6 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C1, suelo natural</i>	42
Tabla 7 <i>Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-2</i>	43
Tabla 8 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C2, suelo natural</i>	43
Tabla 9 <i>Datos recopilados del ensayo de expansión C-2, suelo natural</i>	43
Tabla 10 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C2, suelo natural.</i>	44
Tabla 11 <i>Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-3</i>	44
Tabla 12 <i>Datos recopilados del ensayo de expansión C-3, suelo natural</i>	44
Tabla 13 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C3, suelo natural.</i>	45
Tabla 14 <i>Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-4</i>	45
Tabla 15 <i>Datos recopilados del ensayo de expansión C-4, suelo natural</i>	45
Tabla 16 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C4, suelo natural.</i>	46
Tabla 17 <i>Datos recopilados del ensayo CBR-C4, suelo natural.</i>	46
Tabla 18. Resultados de la granulometría	50
Tabla 19 <i>Cuadro resumen del ensayo de CBR de las muestras patrón</i>	73
Tabla 20 <i>Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 1%</i>	73
Tabla 21 <i>Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 3%</i>	74
Tabla 22 <i>Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 5%</i>	74
Tabla 23 <i>Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 7%</i>	75
Tabla 24 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 1	75

Tabla 25 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 2	76
Tabla 26 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 2	76
Tabla 27 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 4	77
Tabla 28 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C1 .	77
Tabla 29 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C2 .	78
Tabla 30 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C3	78
Tabla 31 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C4 .	79
Tabla 32 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C1 .	79
Tabla 33 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C2 .	80
Tabla 34 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C3 .	80
Tabla 35 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C4 .	81
Tabla 36 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C1 .	81
Tabla 37 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C2 .	82
Tabla 38 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C3 .	82
Tabla 39 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C4	83
Tabla 40 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C1 .	83
Tabla 41 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C2 .	84
Tabla 42 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C3 .	84
Tabla 43 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C4 .	85
Tabla 44. Evolución del potencial de expansión.....	85
Tabla 45. Resultados de Limites de Atterberg.....	88
Tabla 46. Resumen de resultados del ensayo de Proctor.	90
Tabla 47. Resultados de CBR al 95%	92

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1	<i>Tira asfáltica afectado por suelos expansivos.....</i>	1
Figura 2	<i>Fallas por expansión de suelos en el centro de Salud de San Antonio-Moquegua.....</i>	3
Figura 3	<i>Clasificación de Cambio de Potencial de Volumen.</i>	19
Figura 4	<i>Clasificación de Suelos Expansivos de Acuerdo al Índice de Plasticidad.....</i>	19
Figura 5	<i>Proceso para la Identificación del Tipo del suelo.....</i>	23
Figura 6.	<i>Proceso de selección del Tipo de Estabilización.....</i>	24
Figura 7.	<i>Toma de muestras en campo</i>	49
Figura 8.	<i>Toma de muestras en campo C-2.....</i>	49
Figura 9	<i>Captura de pantalla límites de atterberg Suelo Natural Calicata 1</i>	50
Figura 10	<i>Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural Calicata 2.....</i>	51
Figura 11	<i>Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural Calicata 3.....</i>	51
Figura 12	<i>Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural calicata 4.....</i>	52
Figura 13	<i>Captura de pantalla límites de atterberg suelo estabilizado al 1%, Calicata 1.....</i>	52
Figura 14	<i>Captura de pantalla límites de atterberg con cemento al 1%- Calicata 2</i>	53
Figura 15	<i>Captura de pantalla límites de atterberg con cemento al 1%- C3.....</i>	53
Figura 16	<i>Captura de pantalla límites de atterberg con Cemento al 1%- Calicata 4</i>	54
Figura 17	<i>Captura de pantalla límites de atterberg con Cemento al 3%- Calicata 1</i>	54
Figura 18	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 3%- Calicata 2.....</i>	55

Figura 19	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 3%- Calicata</i>	
3		55
Figura 20	<i>Captura de pantalla Límites de atterberg con Cemento al 3%- Calicata</i>	
4		56
Figura 21	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 5%- C1.....</i>	56
Figura 22	<i>Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 5%- Calicata</i>	
2		57
Figura 23	<i>Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 5%- Calicata</i>	
3		57
Figura 24	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 5%- C4....</i>	58
Figura 25	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con cemento al 7%- C1</i>	58
Figura 26	<i>Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 7%- C2.....</i>	59
Figura 27	<i>Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 7%- C3....</i>	59
Figura 28	<i>Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 7%- calicata</i>	
4		60
Figura 29	<i>Ensayos de Límites de Atemberg.....</i>	61
Figura 30.	<i>Se introduce las muestras al horno para obtener los resultados del contenido de humedad.....</i>	61

RELACIÓN DE GRÁFICOS

Gráfico 1 <i>Densidad de suelo natural Calicata 1</i>	62
Gráfico 2 <i>Densidad de suelo natural Calicata 2</i>	63
Gráfico 3 <i>Densidad de suelo natural Calicata 3</i>	63
Gráfico 4 <i>Densidad de suelo natural Calicata 4</i>	64
Gráfico 5 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C1</i>	65
Gráfico 6 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C2</i>	65
Gráfico 7 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C3</i>	66
Gráfico 8 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C4</i>	66
Gráfico 9 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C1</i>	67
Gráfico 10 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C2</i>	67
Gráfico 11 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C3</i>	68
Gráfico 12 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C4</i>	68
Gráfico 13 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5 – C1</i>	69
Gráfico 14 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C2</i>	69
Gráfico 15 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C3</i>	70
Gráfico 16 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C4</i>	70
Gráfico 17 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C1</i>	71
Gráfico 18 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C2</i>	71
Gráfico 19 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C3</i>	72
Gráfico 20 <i>Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C4</i>	72
Gráfico 21 <i>Análisis de resultados de índice de plasticidad</i>	88
Gráfico 22. <i>variación del MDS en tratamiento</i>	90
Gráfico 23. <i>Variación del OCH en Tratamiento</i>	91
Gráfico 24 <i>Análisis de resultados de CBR de la muestra patrón al 95% del MDS</i>	92
Gráfico 25 <i>Resultados de Expansión</i>	93

Gráfico 26. Variacion de expansión a 4 días93

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se determinó la influencia de la adición del cemento portland tipo I en el cambio volumétrico de un suelo arcilloso de alta plasticidad después de ser estabilizado con diferentes porcentajes cemento portland tipo I, 1%, 3%, 5% y 7% al finalizar se obtuvo resultados favorables para el uso en la ingeniería. La expansión de los suelos arcillosos es uno de los principales problemas de hoy en día, que presentan las obras de construcción civil; para corregir este problema se usan variadas técnicas de estabilización de suelos; una de las formas es aquella que se realiza utilizando el cemento portland tipo I, el cual ayuda en la reducción del comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos de alta plasticidad.

CAPÍTULO I.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

La presencia de suelos arcillosos en todo tipo de proyectos es algo común, estos suelos tienen la propiedad de expandirse y contraerse ante factores climáticos es así que se genera un cambio volumétrico en estos suelos y como consecuencia de ello, afecta al construir una estructura de pavimento, una edificación o cualquier tipo de obra civil, esto debido al cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas, así mismo **Mondragon (2014)**, concluye que:

La expansión de los suelos arcillosos de alta plasticidad CH y de baja plasticidad CL compactados, se incrementa en el tiempo debido que la infiltración del agua depende de la relación de vacíos, esta disminuye en el proceso de compactación. **(pág. 20)**.

Este problema Surge cuando se desea ejecutar proyectos viales en el medio nacional y es muy común que se encuentren suelos arcillosos para utilizarlo como subrasante debido a que sus propiedades no garantizan una estabilidad para la estructura del pavimento. Para la valoración de esta estabilidad se determina: la expansión, consolidación, límite líquido, límite plástico, índice plástico, CBR, resistencia al corte entre otros.

Figura 1

Tira asfáltica afectado por suelos expansivos



Fuente: Universidad de Ingeniería, 2016

Lo expuesto puede generarse en gran medida porque en muchas partes de nuestra región Huánuco, está conformada por suelos arcillosos de alta plasticidad los cuales son de baja capacidad portante debido a que la morfología del terreno natural está compuesta principalmente por material altamente cohesivos. Además, estos se encuentran sometidos a cambios volumétricos constantes pues la principal característica de esta zona es su condición climática donde predominan lluvias de alta intensidad y temperaturas elevadas

La problemática del pésimo estado de las vías debido a los suelos arcillosos de alta plasticidad surge principalmente en épocas de lluvias donde los suelos se mantienen en condiciones saturadas, a ello se le suma el drenaje defectuoso que presenta este tipo de suelo lo cual provoca que se mantenga saturado por un prolongado tiempo. Asimismo, las altas temperaturas, que es característica de la zona se consideran elevada respecto a otras regiones del Perú. Estas dos principales condiciones climáticas generan que el contenido de humedad de la arcilla varíe constantemente.

Los suelos arcillosos de alta plasticidad se encuentran en todas partes del mundo, estos suelos afectan a las infraestructuras, las cimentaciones, las carreteras y las pistas aéreas. estos daños generan pérdidas monetarias de £150 millones (uk) y \$1,000 millones (usa), es por ello por lo que emerge la necesidad de mejorar las características de este tipo de suelo.

Por otro lado, en Colombia, el municipio de Rionegro, a través de su Empresa de Desarrollo Sostenible del Oriente, realizó la recuperación de las vías rurales mediante la tecnología de suelo-cemento, buscando mejorar la movilidad y la calidad de vida de los habitantes construyendo cerca de 100 kilómetros de carretera

En nuestro país, existen diversas investigaciones sobre el mejoramiento de suelo para mejorar la capacidad portante del suelo. La más resaltante es el estudio realizado en la construcción del Corredor Vial Interoceánico del Sur Perú-Brasil en el cual se emplea la estabilización con cal y suelo cemento para mejorar las propiedades del suelo en la zona de la

selva sur oriental debido a la carencia de materiales granulares, los cuales son necesarios para la construcción de carreteras

Así mismo en la región Huánuco podemos encontrar la investigación “estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante”, (Apolinario & Delgado , 2019), el cual analizo una posible alternativa de solución al problema de construcción de carreteras en suelos de baja resistencia o bajo valor de soporte (CBR), la cual es uno de los problemas de mayor envergadura que impactan directamente en la durabilidad de la obra y en el incremento de los costos de la construcción.

Las características de los suelos arcillosos son, que por naturaleza portan una baja capacidad de soporte debido a su mala calidad lo cual hace que no cumplan con los requerimientos necesarios para la elaboración de los diversos proyectos de obras civiles.

Figura 2

Fallas por expansión de suelos en el centro de Salud de San Antonio-Moquegua



Fuente: Universidad de Ingeniería, 2016

Es así, que los cambios volumétricos de los suelos arcillosos se manifiestan principalmente cuando están expuestos a cambios de temperatura extremas, por un lado, tenemos la temporada de lluvias que comienza en el mes de noviembre y concluye en el mes

de marzo, el cual mantiene el suelo en condiciones saturadas haciendo que el contenido de humedad aumente, por otro lado, las temperaturas elevadas hacen que el contenido de humedad disminuya.

Se propone utilizar el cemento portland tipo I para disminuir los cambios volumétricos generados por condiciones climáticas.

Se buscará evaluar el comportamiento volumétrico de la arcilla, uno de los principales componentes del camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa que se encuentra ubicado en la provincia de Yarowilca, evaluar los cambios volumétricos del suelo natural y estabilizado y comparar los valores recomendados de en el manual del MTC.

Por todo lo expuesto se buscará evaluar el comportamiento volumétrico, en suelo natural y estabilizado con cemento portland en los suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de la subrasante.

1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específicos

1.2.1 Problema General

¿Será posible reducir los cambios volumétricos generados por condiciones climáticas mediante el mejoramiento de suelo arcilloso de alta plasticidad con cemento Portland tipo I, en el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa?

1.2.2 Problemas Específicos

PE₁: ¿En qué medida incide el cemento portland tipo I, en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante?

PE₂: ¿Cuál será el porcentaje óptimo de cemento Portland tipo I, para reducir el grado de expansión, en los suelos arcillosos de alta plasticidad?

PE₃: ¿Se podrá Incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada con cemento Portland tipo I, expuestas a condiciones de saturación?

1.3 Formulación de Objetivos Generales y Específicos

1.3.1 Objetivo General

Reducir los cambios volumétricos generados por condiciones climáticas mediante el mejoramiento de suelo arcilloso de alta plasticidad con cemento Portland tipo I, en el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa

1.3.2 Objetivos Específicos

OE₁: Evaluar la incidencia del cemento Portland tipo I, en la plasticidad de los suelos arcillosos de alta plasticidad.

OE₂: Determinar el porcentaje óptimo de cemento Portland tipo I, para reducir el grado de expansión en los suelos arcillosos de alta plasticidad

OE₃: Determinar el Incremento de la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada, expuestas a condiciones de saturación.

1.4 Justificación

Respecto a la justificación practica podemos decir que los resultados y conclusiones que se obtendrán al término de la investigación ampliaran la información o la base de datos respecto a los estudios del tratamiento de la variación volumétrica en suelos arcillosos de alta plasticidad con el cemento portland tipo I, esto permitirá que antes problemas similares se tenga resultados con diferentes % de suelo cemento y ver la solución más rentable en la solución de dicho problema.

En cuanto al justificación teórica al culminar con la investigación los datos que se obtendrán nos ayudará a proponer una base teórica respecto al tratamiento del cambio volumétrico de suelos arcilloso de alta plasticidad con cemento portland.

De la misma manera de la Justificación metodológica podríamos decir que Esta investigación se realiza con fines de buscar alternativas de solución con respecto al cambio volumétrico en los suelos arcillosos de alta plasticidad.

Dicha alternativa corresponde al empleo del cemento portland con la finalidad de mejorar sus características físicas y mecánicas, así mismo se mejorarán la condición de calidad de estos suelos, convirtiéndose así en un método de estabilización.

La metodología que se propone podrá ser utilizada ya sea proyectos viales o proyectos de edificaciones, en el cual pueda encontrar suelos arcillosos, así mismo podrá servir como metodología para próximas investigaciones.

Por último, la Justificación social (Beneficiarios, usuarios y clientes) y de llevarse a cabo la justificación práctica los beneficiarios directos serán los pobladores que transitan por el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa

1.5 Limitaciones

Esta investigación tiene limitaciones ya que se enfocó en un tipo de suelo en este caso el suelo arcilloso de alta plasticidad.

- La presente investigación fue solventada por el propio investigador.
- La investigación se llevó a cabo en el distrito de jacas chico- choras, provincia de Yarowilca.
- El tipo suelo que se está analizando (arcillas de alta plasticidad), presenta infinidad de problemas a investigar, en ese sentido, consideramos que la expansión o el cambio volumétrico es uno de los más importantes y menos estudiado, por lo cual nos centramos a investigar específicamente dicho problema.
- Existe innumerables estabilizadores en el mercado tanto comercialmente como estudiadas por tesis para contrarrestar los efectos de la expansión, es así que optamos por trabajar específicamente con el cemento portland tipo I, esto debido a las excelentes propiedades de resistencia y fraguado, ya que en contacto con el agua el cemento aumenta su resistencia y disminuye la saturación del agua,

hecho que conllevara a la disminución del cambio volumétrico y a aumenta la resistencia a la compresion.

- El déficit de laboratorios certificados por el Instituto nacional de Calidad (INACAL)
- El no contar con laboratorios de las universidades públicas, se ha optado por utilizar laboratorios privadas para el análisis de las muestras que requiriera la investigación, ya que los estudios se realizaron en tiempo de pandemia.
- La falta de apoyo de las autoridades locales en apoyar los proyectos de investigación

1.6 Formulación de Hipótesis Generales y Específicas

1.6.1 Hipótesis General

Aplicando el cemento portland tipo I como agente estabilizante se reducirá en un 50%, los cambios volumétricos del suelo arcilloso de alta plasticidad que conforma la subrasante del camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa.

1.6.2 Hipótesis Específicas

HE₁: La plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante tomara valores menores al 7% al adicionar cemento portland tipo I.

HE₂: El cemento Portland tipo I en un porcentaje óptimo reducirá el grado de expansión en los suelos arcilloso de alta plasticidad.

HE₃: El Incremento en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada, expuestas a condiciones de saturación, aumentara su valor en un rango del 20 a 30% debido a la utilización del cemento portland tipo I.

1.7 Variables

1.7.1 *Variable Independiente*

VI₁: Condiciones climáticas

VI₂: Cantidad de Cemento portland tipo I

1.7.2 *Variable Dependiente*

VD₁: Cambio Volumétrico

1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables

La definición teórica y operacionalización de variables lo vemos en la siguiente tabla.

Operacionalización de las Variables

TITULO: "INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021."							
VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UND	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
<u>Independiente</u> Condiciones climáticas	Las condiciones climáticas influyen en gran medida, en el cambio volumétrico de las arcillas de alta plasticidad, ya que en épocas de lluvia estas se saturan aumentando así, el contenido de humedad y con las altas temperaturas disminuyen.	Precipitaciones Pluviales	Precipitación promedio anual, saturación en laboratorio.	m	Cuantitativa	Razón, Continua	Pluviómetro, reportes senamhi, saturación de 4 días
<u>Independiente</u> Adición de cemento portland	El cemento portland es un aglomerante, que por lo general es utilizado en construcciones de concreto y albañilería, en esta ocasión se utilizara como agente estabilizador en suelos arcillosos de alta plasticidad.	Cantidad de cemento Portland Tipo I	Muestra Representada en Porcentaje (1%,3%, 5%, 7%)	%	Cuantitativa	Razón, Continua	Balanza
<u>Dependiente</u> Cambio volumétrico	El cambio volumétrico es el proceso de expansión que se produce cuando un suelo no saturado se humedece adsorbiendo agua entre sus partículas y así se genera un aumento de volumen, es así que se analizara el porcentaje de expansión entre el suelo natural y el suelo estabilizado.	Suelo natural	Plasticidad, Porcentaje de Expansión o hinchamiento y capacidad de soporte	%	Cuantitativa	Razón, Continua.	Límites de Atterberg, CBR en torno a Expansión
		Suelo estabilizado	Plasticidad, Porcentaje de Expansión o hinchamiento, capacidad de soporte	%	Cuantitativa	Razón, Continua	Límites de Atterberg, CBR en torno a Expansión

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En este apartado, se expone la revisión de los antecedentes donde se mencionan varios autores que han realizado investigaciones y publicaciones científicas que presentan similitud con en el tema planteado y que sirven de base para el estudio propuesto. Algunos de ellos no coinciden con las mismas variables de esta investigación, sin embargo, aportan otros elementos metodológicos y teóricos que guardan una estrecha relación con los objetivos del estudio.

2.1.1 A Nivel Internacional

Se considera 3 antecedentes a nivel de tesis de grado presentadas en universidades de Latinoamérica;

Sanchez (2014), en su tesis titulada “Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón tosagua provincia de manabí” presentada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, para optar el título de ingeniero civil, llega a las siguientes conclusiones;

Los valores encontrados cuando se han realizado los ensayos de expansión libre y presión de hinchamiento en muestras inalteradas son menores a los encontrados en muestras remoldeadas, esto se debe a que con el material en estado inalterado se tuvo que realizar las pruebas con un grado de saturación mayor al requerido por la Norma ASTM D4829: Standard Test Method for Expansion Index of Soils que indica que este grado de saturación es de 50% ya que formación de grietas por desecación dificultó el tallado y formación de las probetas de ensayo.

Utilizando la cal viva como agente estabilizador se logra reducir el porcentaje de hinchamiento de los suelos, con un 3% esta reducción es del 20%, con 5% de cal el porcentaje de hinchamiento se reduce en un 40% y con el uso del 7% de estabilizante se alcanza reducciones de 57%. Por medio del uso de cal se logra reducir el potencial

de hinchamiento de alto a medio con 3 y 5% de estabilizante, y se alcanza un potencial de hinchamiento bajo con el 7% de cal.

Con el 3% de cemento se reduce el porcentaje de hinchamiento en un 57%, por medio de la adhesión de 5% de cemento esta reducción es del 74%, y haciendo uso del 7% se logra una disminución de 87%. Usando un 3% de cemento se reduce el potencial de hinchamiento de alto a medio, en el 5% se alcanza una reducción de alto a bajo y con el 7% se disminuye el potencial de expansión de alto a muy bajo. **(págs. 134-135).**

Licuy, (2020), en su tesis titulada "Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de ceniza de volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales " presentada en la Escuela Politécnica Nacional, para optar el título de ingeniero civil, llega a las siguientes conclusiones;

Respecto al análisis del límite líquido se pudo encontrar que, incrementando la dosificación de las puzolanas en las muestras de arcillas expansivas, el valor del límite líquido se reduce con respecto a las muestras naturales. En donde cabe destacar que en los reemplazos de puzolanas al 20% y 30% se logra obtener mayores porcentajes de reducción los cuales varían entre 16% hasta un 32%.

Al analizar los resultados del límite plástico se pudo encontrar que, incrementando la dosificación de las puzolanas en las muestras de arcillas expansivas, la tendencia del porcentaje de reducción del límite plástico se reduce, es decir que con mayor reemplazo el cambio en el límite plástico será menor.

En el ensayo de índice de expansión de las arcillas se pudo encontrar que el reemplazo de puzolanas en las arcillas permite reducir este índice conforme se aumente el porcentaje de reemplazo. Sin embargo, también se pudo examinar que esta reducción tiene un límite ya que entre los intervalos de porcentaje de reemplazo de 20% y 30% la tendencia de esta reducción cambia de pendiente demostrando que con un porcentaje

de reemplazo mayor al 30% la eficacia del uso de estas puzolanas se mínima. **págs.**

(110-111)

Buitron (2018), en su tesis titulada “Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua” presentada en la Escuela Politécnica Nacional, para optar el título de ingeniero civil, llega a las siguientes conclusiones;

Los límites de consistencia, límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) tuvieron cambios representativos según fue el porcentaje de ceniza utilizado. Se determinó que el LL y el IP disminuyen en función de la ceniza mezclada, sin embargo, el comportamiento del LP es opuesto, éste incrementa según sea la cantidad de aditivo. Para la dosificación del 20% de ceniza en los suelos 3, 4 y 5 se generó un porcentaje de disminución del 25, 19 y 14% para el LL, así como 59, 41 y 42% para el IP. Finalmente, para el LP el porcentaje de aumento en estas condiciones fue de 23, 19 y 39% para los suelos citados.

Un parámetro esencial en el estudio fue el índice de expansión que para los suelos naturales 3, 4 y 5 con la dosificación del 20% de ceniza se alcanzó un porcentaje de disminución del 65, 50 y 38% respectivamente, demostrando así su eficacia ante este tipo de suelos y expansividad, pues se reduce directamente las deformaciones. **págs.**

(130-131)

2.1.2 A Nivel Nacional

En la tesis titulada: “Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco” presentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Llego a la siguiente conclusión:

Se evaluó el comportamiento volumétrico de la arcilla según la clasificación SUCS y AASHTO el cual es el principal componente del suelo de la Av. Padre Salas. Se determinó una actividad correspondiente a 0.5 el cual indica que es una arcilla caolinita,

esto quiere decir que su expansividad es baja y, por lo tanto, su cambio volumétrico no es representativo.

Se evaluó el cambio volumétrico del suelo natural y del suelo estabilizado con cemento, a través de ensayos de CBR, y se obtuvo que la expansión de la arcilla de alta plasticidad de la Av. Padre Salas disminuyó al ser mejorada con cemento Portland, el suelo presentó una reducción de hasta 7.18% respecto al suelo-cemento

El suelo-cemento mejoró el CBR a un valor de 91.9%, siendo 10% el cemento Portland adicionado, por lo que, de acuerdo con el MTC, se obtiene una subrasante extraordinaria (Castro Gonzales & Navarro Pereyra, 2020, pág. 58)

En tesis titulada: “Estabilización de suelos arcillosos con polímero de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera pucaloma – yanayacu, distrito de socos” presentada en la universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Llego a la siguiente conclusión:

Al realizar la saturación a las mezclas suelo-polímero el porcentaje de expansión presentó un aumento significativo en relación con los resultados de expansión de las mezclas iniciales, pero que el tiempo de saturación al 100 % fueron de mayor tiempo, indicando una disminución de permeabilidad con respecto a los moldes sin aditivo, mientras que la capacidad de soporte presenta incrementos importantes al tomar una relación óptima de su densidad máxima seca y contenido de humedad. Por lo anterior, se determinó que la estructura original no sufrió pérdidas de resistencia al saturar, demostrando así la baja sensibilidad del material.

Finalmente, uno de los objetivos secundarios, se logró demostrar que en el ensayo de expansión se puede concluir que el uso del estabilizador químico corrigió el desorden expansivo que tenían las muestras en estado natural, también prolongo el tiempo de saturación de las muestras, haciéndolos un poco menos permeables en su relación de

vacío, esto condujo a una saturación en mayor tiempo en las mismas condiciones que los especímenes en estado natural. (Curitomay, 2018, págs. 156-157)

Vargas (2020) en su tesis titulada “Estabilización de un suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en la progresiva km 5+100 al 6+100 del tramo Asirumi – Rosaspata Huancané” presentada en la Universidad Peruana Unión de Juliaca para optar el título de ingeniero civil, llega a la siguiente conclusión:

La expansión que presenta el suelo arcilloso alcanza un valor de 1.074% a las 96 horas de estar sumergida en agua y al adicionarle 15% de ceniza volcánica se logra disminuir a 0.304%. (**pág. 68**)

Huancaillo (2017) en su tesis titulada “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvió Huancané – Chupa – Puno” presentada en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno para optar el título de ingeniero civil, llega a la siguiente conclusión:

El índice de plasticidad y expansión del suelo natural son muy altas, la combinación planteada de Suelo 90%, Ceniza Volante 5% y Cal 5% la plasticidad se redujo al 4% y la expansión 0.13% lo cual es inferior al suelo natural por lo que se puede concluir que se ha podido mejorar este parámetro. (**pág. 102**)

2.1.3 A Nivel Local

A nivel local no se encontraron estudios realizados al respecto, pero tomaremos en cuenta estudios que coincidan con alguna de nuestras variables de investigación.

Espiritu Huaman (2019), En su tesis titulada: “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza - Malconga, km 5 Matamarca -2018”, presentada en la Universidad de Huánuco, para optar el título de ingeniería civil, llega a la siguiente conclusión;

Esta investigación planteo mejorar la subrasante de una carretera, utilizando la savia de sábila como material cohesivo, para lo cual realizo una evaluación comparativa entre la

capacidad de soporte del suelo patrón (suelo natural), y la capacidad de soporte del suelo mejorado con una dosificación óptima de savia de sábila.

Realizado los estudios se obtuvo un valor promedio del 3% para la capacidad de soporte (CBR) del suelo patrón, el cual no cumple con la especificación del manual de carreteras EG-2013 y realizando el mejoramiento con la savia de sábila se obtuvo un valor promedio de 10%.

También se obtuvo que el porcentaje de expansión de un suelo patrón es de 3.72% y aplicando un 25% de savia de sábila se llegó a obtener un 2.61%.

Por lo tanto, se concluyó que si es posible mejorar el suelo de la subrasante aplicando savia de sábila en un 7% y tener una estabilidad volumétrica de un 70.16% en la carretera la Esperanza-Malcongá a fin de poder utilizar el suelo como capa de subrasante. **pág. (10).**

Apolinario Tenicela & Delgado Loarte (2019), en su tesis titulada “Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante”, presentada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, para optar el título de ingeniería civil, llega a la siguiente conclusión;

La presente tesis analizó una posible alternativa de solución al problema de construcción de carreteras en suelos de baja resistencia o bajo valor de soporte (CBR), la cual es uno de los problemas de mayor envergadura que impactan directamente en la durabilidad de la obra y en el incremento de los costos de la construcción, es así que se utilizó como alternativo se experimentó con un aditivo químico, que pueda mejorar el suelo propio de la zona, mejorando su resistencia de tal manera que no haya la necesidad de utilizar material de préstamo y además reduzca el espesor del afirmado, disminuyendo significativamente los costos, constituyendo en una alternativa viable, técnica y económicamente, como los mostramos a continuación:

Se concluyó que el aditivo PROES aumenta significativamente la capacidad soporte relativo con la dosificación de 0.27 L/m³ de aditivo Líquido PROES y 50 kg/m³ de cemento portland.

Según la subrasante que se encontró en campo tenía un CBR de 4.8433% que según la dosificación se tiene para la dosificación 0.27L/m³ +45 kg/m³ aumenta un 32.00%, la dosificación 0.27 L/m³ + 50 kg/m³ aumenta a un 54.00%, la dosificación 0.27 L/m³ + 55kg/m³ aumenta en 44.00%, la dosificación 0.30L/m³ + 50 kg/m³ aumenta en 50% y la dosificación 0.30 L/m³ + 55 kg/m³. Aumenta en un 30%.

Del ensayo de CBR realizado en el tramo km 25 de la carretera, se determinó que su totalidad se encuentran suelos de baja a muy baja capacidad de soporte por lo cual se realizó la estabilización de suelos arcillosos. Con la adición de 0.27L/m³ de aditivo líquido PROES y 50 kg/m³ de cemento Portland, los cuales se calcularon mediante ensayos de laboratorio, se determinó que el CBR del suelo aumento a más del 52.28 % respecto al suelo en estado natural. **págs. (110-111).**

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Cambio Volumétrico

El cambio volumétrico es la variación de volumen que sufren los suelos al sufrir una variación en su contenido de humedad, es así, que los suelos que sufren cambios en su volumen por excelencia son los suelos expansivos, el cual estudiaremos con más exactitud.

2.2.1.1 Suelos expansivos: Según barrera Bucio & Garnica Angas (2002),

Determinados suelos (suelos expansivos) sufren fenómenos de hinchamiento de magnitudes considerables al aumentar su humedad. Aunque en general expansión se refiere expresamente a un aumento de volumen provocado en el proceso de humedecimiento manteniendo constante el estado de esfuerzo exterior.

El proceso de expansión se produce cuando un suelo no saturado se humedece absorbiendo agua entre sus partículas y aumentando de volumen. Este aumento de volumen tiene una componente debida a la relajación de los esfuerzos intergranulares al aumentar el grado de saturación. De hecho, se pueden combinar estos dos fenómenos, absorción de agua y relajación de los esfuerzos, con un posible colapso, dependiendo de la estructura del suelo, sin embargo, como ya se expondrá, la expansión está asociada a terrenos arcillosos plásticos con densidades secas altas y presiones exteriores bajas, contrariamente a lo habitual en procesos de colapso. pág. (47)

Según Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018), en la norma Técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones, define a los suelos expansivos como suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse. pág.(48)

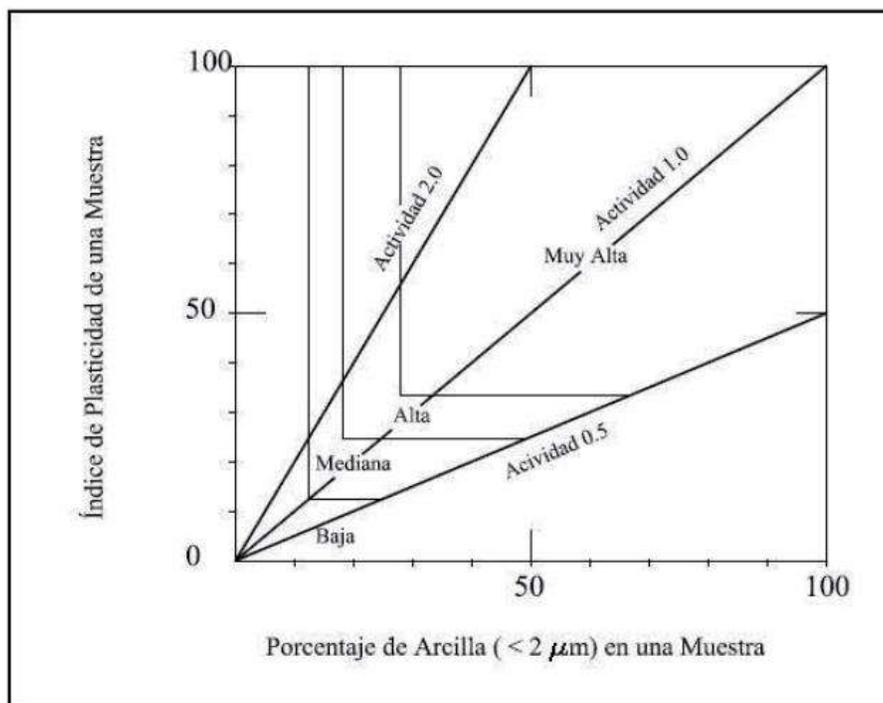
2.2.1.2 Obligatoriedad de los Estudios

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018), en la norma Técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones, indica que en las zonas en las que se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta ($LL \geq 50$), el PR incluye en su EMS un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 y ensayos de granulometría por sedimentación NTP 339.128 con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a $2\mu m$, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. pág. (49)

La relación entre la Expansión Potencial (Ep) y los parámetros antes indicados se muestra en la figura siguiente:

Figura 3

Clasificación de Cambio de Potencial de Volumen.



Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2018)

2.2.1.3 Evaluación del Potencial de Expansión.

Cuando el PR encuentre evidencias de la existencia de suelos expansivos, sustenta su evaluación mediante los resultados del ensayo para la Determinación del Hinchamiento Unidimensional de suelos cohesivos según NTP 339.170.

Las muestras utilizadas para la evaluación del hinchamiento son obtenidas de pozos a cielo abierto, en condición inalterada, preferentemente del tipo Mib. Véase aplicación en la figura N°4

Figura 4

Clasificación de Suelos Expansivos de Acuerdo al Índice de Plasticidad

Potencial de expansión Ep	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm ²)	Índice de plasticidad IP	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 – 30	23 – 45	18 – 37
Medio	10 – 20	12 – 34	12 – 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

Fuente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2018)

Figura 5. Clasificación según Actividad.

Actividad (A)	Descripción	Tipo
< 0.5	Arcilla relativamente activa	CAOLINITICO
0.5 - 1	Arcilla con actividad normal	ILLITICO
> 1	Arcilla progresivamente más activas	MONTMORILONITICA

Fuente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2018)

2.2.2 Estabilización de suelos

2.2.2.1 Definición conceptual

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), la estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una subbase granular o base granular,

para obtener un material de mejor calidad se denomina como súbbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc.).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la subrasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible. pág. (107)

2.2.2.2 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

El (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013) establece que para estabilizar un suelo se debe tener en consideración ciertos criterios geotécnicos, el cual mencionamos a continuación:

1. Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles,

geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar a rasante o cambiar el trazado vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.

2. Cuando la capa de subrasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.
3. La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una subrasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una subrasante inadecuada.

En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

4. En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos.

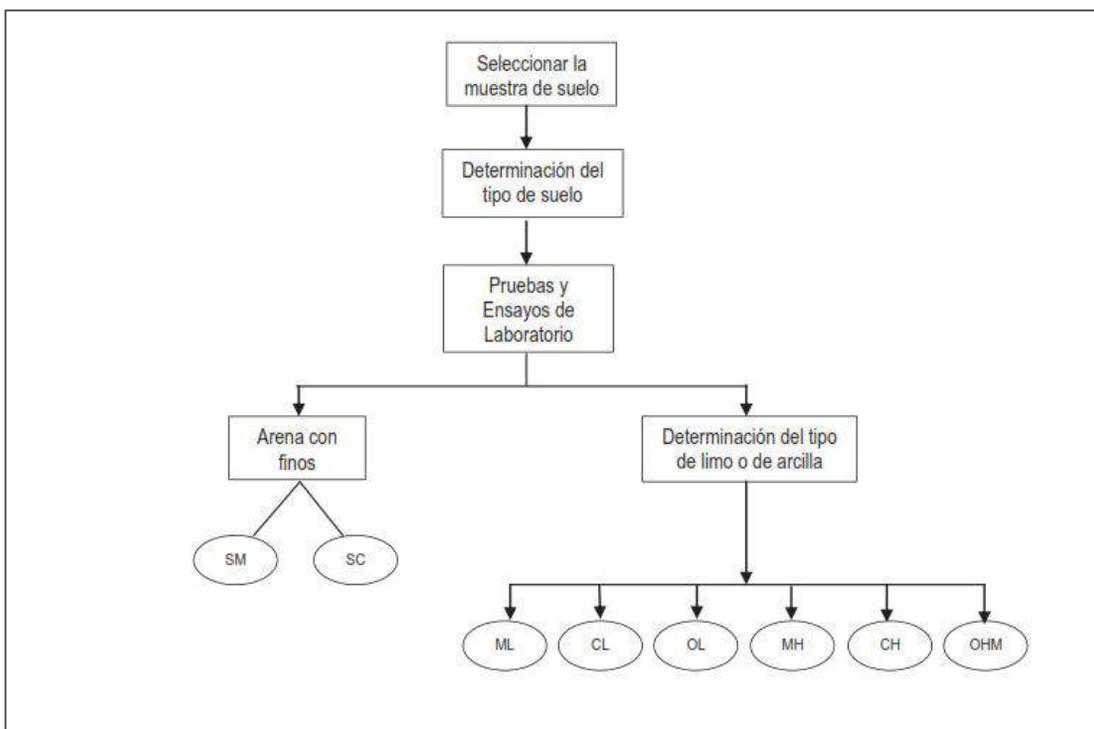
En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente, los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que, aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E109).

5. Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.

Figura 6

Proceso para la Identificación del Tipo del suelo



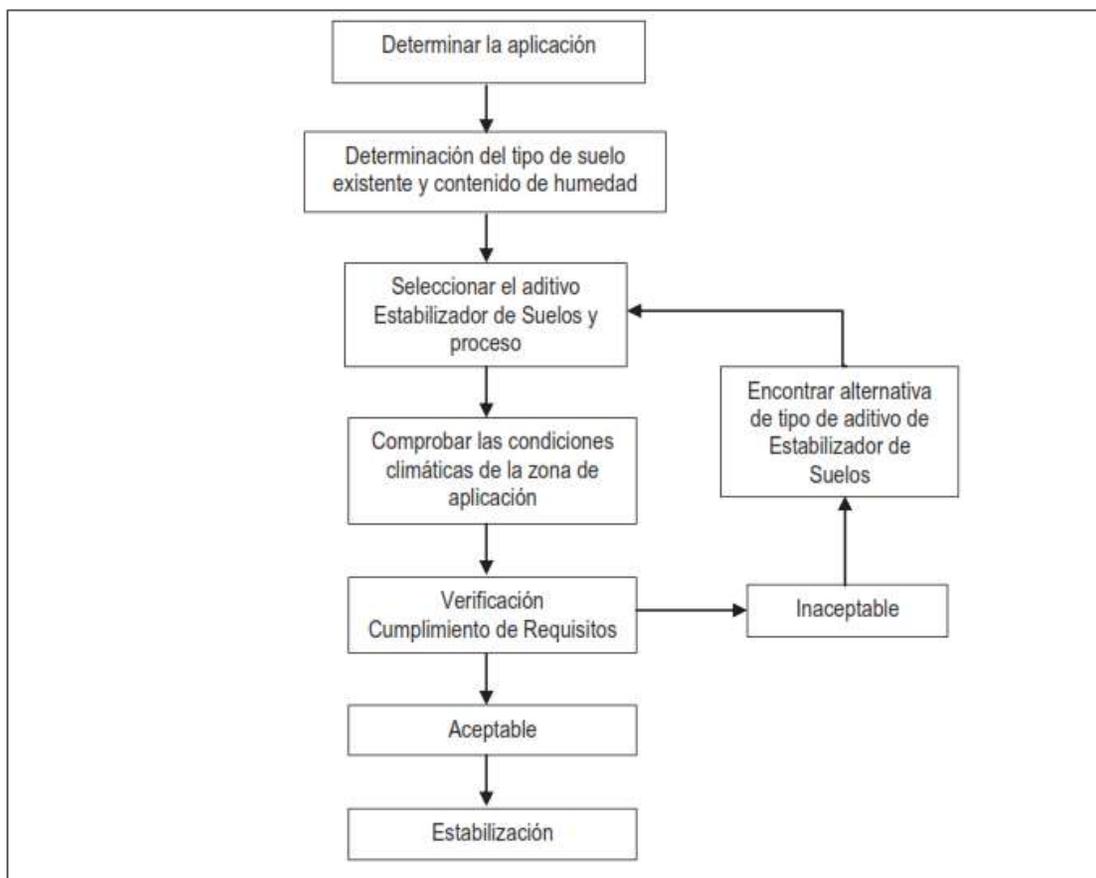
Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013, pág. 109)

6. Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:
- Tipo de suelo a estabilizar
 - Uso propuesto de suelo estabilizado
 - Tipo de aditivo estabilizador de suelos

- d) Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicara
- e) Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- f) Disponibilidad del equipo adecuado
- g) Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar un método apropiado de estabilización:

Figura 7. Proceso de selección del Tipo de Estabilización



Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013, pág. 110)

2.2.2.3 Suelos estabilizados con cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho

más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo Proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:

- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua
- Ejecución
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla.

Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumenta o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Tabla 1. Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual 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 Transporte y Comunicaciones , 2013)

2.2.3 Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas vienen a ser un factor importante en lo que respecta a la variación volumétrica de los suelos, ya que, ante precipitaciones pluviales o lluvias, el contenido de humedad de los suelos aumentara, aumentando así el volumen de estos suelos, de la misma manera al estar expuesto a altas temperaturas el contenido de humedad disminuye, haciendo que haya un cambio volumétrico.

2.2.3.1 El clima

Según (Chereque Morán, 1989) La palabra "clima" deriva de una voz griega que significa inclinación, aludiendo seguramente a la inclinación del eje terrestre. Como se sabe las estaciones tienen lugar debido al movimiento de traslación de la Tierra al rededor del sol, con su eje de rotación inclinado con respecto al plano de traslación.

Son numerosas las definiciones que existen de clima, pero todas ellas aluden al estado medio de la atmósfera. Para la Organización Meteorológica Mundial, clima es el "conjunto fluctuante

de condiciones atmosférica caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un período suficientemente largo en un dominio espacial determinado". Los elementos que permiten distinguir un-clima de otro son: la temperatura, la precipitación, la presión, el viento y la radiación solar. Los dos primeros son los principales.

Los factores que condicionan el clima son: la latitud, la altitud, y la continentalidad. La latitud determina la intensidad de radiación solar, la altitud determina la temperatura. La continentalidad se refiere a la mayor o menor proximidad de un lugar a los mares. Muchas veces juegan papel importante en el condicionamiento del clima las corrientes marinas. Otros factores de importancia eventual son la orientación, los vientos dominantes, la naturaleza del terreno y la vegetación.

2.2.3.2 Climas en el Perú

Según (Chereque Morán, 1989) el Perú, por su posición geográfica, debió tener en toda su amplitud un clima cálido, extremadamente lluvioso. Sin embargo, esta característica climática corresponde sólo a nuestra Amazonía. En el resto del país hay una gran diversidad de climas, cuyo origen está en:

- La Cordillera de los Andes
- La Corriente Marina de Humboldt
- El Anticiclón del Pacífico Sur

2.2.3.3 Precipitaciones

(Chereque Morán, 1989) define precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación. Lluvia se identifica según su intensidad

2.2.3.4 Medición de la Precipitación

Para medir las precipitaciones se tienen dos instrumentos que son los más comunes los cuales son:

Pluviómetro Consiste en un cilindro metálico con un embudo de tapa; en su interior hay un recipiente graduado en centímetros o en pulgadas; en donde el agua se acumula, y luego se hace la lectura de la altura. Si el recipiente no está graduado, se usa una regla (Aparicio Mijares , 1987, pág. 134)

Fluviógrafos. Son semejante a los pluviómetros, con la diferencia que tienen un mecanismo para producir un registro continuo de precipitación. Este mecanismo está formado por un tambor que gira a velocidad constante sobre el que se coloca un papel graduado especialmente. En el recipiente se coloca un flotador que se une mediante un juego de varillas a una plumilla que marca las alturas de precipitación en el papel (Ayllon, 2009, pág. 152)

2.3 Bases Conceptuales

Cemento Portland: El Ministerio de Vivienda (2006) define al cemento portland como “Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker” pág. (245)

Análisis granulométrico o mecánico: Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Arcillas: Partículas finas con tamaño de grano menor a $2\mu\text{m}$ (0.002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

CBR: (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).

Contenido de humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Ensayo de compresión: Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Límite líquido: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Límite plástico: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semisólido. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Suelo arcilloso: Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway and Transportation Officials). (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

ASTM: Asociación Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for Testing Materials). (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

2.4 Bases Epistemológicas, Filosóficas o Antropológicas

Jimenez Escamilla (2016), La solución a un problema de ingeniería es el resultado de la aplicación de una norma práctica que, a su vez, ha sido desarrollada en el ámbito de la ingeniería. Una solución favorable no representa un nomos de carácter universal, sino que se restringe a una regla de utilidad práctica de carácter local y dentro de una especialidad y temporalidad determinadas. Por lo tanto, la ingeniería no genera leyes ni teorías, sino que, en el mejor de los casos, guías de buenas prácticas acotadas a la resolución de problemas específicos. pág. (40).

Es así que la presente investigación de tipo aplicada, se intentó demostrar las hipótesis haciendo uso de la teoría existente, además, el objetivo de la presente investigación es medible debido a que el objeto de nuestra investigación nace del estudio de la realidad, como es el cambio volumétrico en arcillas de alta plasticidad, para tal objetivo utilizamos los conocimientos existentes de las ramas de la ingeniería como son la ingeniería geotécnica.

En lo que respecta la ingeniería geotécnica utilizamos los conocimientos de la estabilización de suelos

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018), La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. pág. (107).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

El marco metodológico a diferencia del marco teórico se encarga de revisar los procesos a realizar para la investigación, no sólo analiza qué pasos se deben seguir para la óptima resolución del problema, sino que también determina, si las herramientas de estudio que se van a emplear ayudarán de manera factible a solucionar el problema. Se refiere a una serie de pasos o métodos que se deben plantear, para saber cómo se proseguirá en la investigación. (Leguia, 2003, pág. 1).

Como podemos apreciar la metodología es de suma importancia en la investigación, es así que procederemos a describir el procedimiento metodológico que se realizó en la presente investigación, así como el tipo, nivel, diseño de investigación.

3.1 **Ámbito**

El ámbito geográfico de nuestra investigación abarca la provincia de Yarowilca, en el ámbito temporal se desarrollará en el año 2021 durante la ejecución del mantenimiento periódico y rutinarios de los caminos vecinales y en el ámbito del proyecto solo abarcará la etapa de ejecución del mantenimiento periódico.

3.2 **Población**

La población de nuestro estudio lo conforman todos los caminos vecinales de la provincia de Yarowilca.

3.3 **Muestra**

Nuestra muestra será las calicatas extraídas en campo, en nuestro caso se realizaron la extracción de 4 calicatas de dimensiones 1.00x1.00x1.50m con respecto al nivel de la subrasante, teniendo en cuenta que el camino vecinal JACAS CHICO - PUCA YACU - SAN ANTONIO DE COLPA, tiene una L= 8+650 Km. Y la presente investigación se trabajó de la

Prog. 4+000 al 5+000, ya que específicamente en este tramo se presenta el problema planteado en la presente investigación.

Según (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013) en el manual de carreteras sección de suelos y pavimentos indica:

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro estará de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 2. Número mínimo de calicatas por kilometro

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

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013)

3.4 Nivel y tipo de Estudio

3.4.1 Enfoque

El enfoque de nuestro estudio, de acuerdo con nuestros objetivos y variable en estudio será el enfoque Cuantitativo.

3.4.2 Nivel

Es relacional, porque se relacionará las variables estudiadas, descriptivo porque se caracterizará nuestras variables y exploratorio por que se recopilará datos sobre nuestro tema de investigación.

3.4.3 Tipo

De acuerdo con los tipos de investigación de planteados por (Borja, 2016), se analizó y clasifico la presente investigación:

- **De acuerdo al fin que se persigue**, el tipo de la investigación será aplicada, ya que para realizar la presente investigación utilizaremos teorías existentes, mas no generaremos nuevos conocimientos.
- **De acuerdo a nivel de profundidad**, será explicativa, ya que se busca determinar la relación causa- efecto, y explicar por qué sucede tal relación. Aquí las variables se denominan como variable independiente (causa) y variables dependientes (efecto).
- **De acuerdo a la naturaleza de los datos y la información**, la presente investigación es una investigación cuantitativa, ya que se ha desarrollado un plan para someter a prueba la hipótesis, transformando las mediciones en valores numéricos, para posteriormente ser analizados y así probar la veracidad o no a las respuestas planteadas.
- **Por los medios para obtener los datos**, la presente investigación es una investigación de campo, ya que para nuestra investigación se ha realizado trabajo de

campo para la obtención de las muestras de suelos inalteradas, para posteriormente ensayarlas y obtener los resultados buscados.

- **Por la mayor o menor manipulación de variables**, la presente investigación es una investigación experimental, ya que se manipulo las variables investigadas, en nuestro caso se manipulo la variable independiente, ya que se ha trabajado con porcentajes de 1, 3, 5, y 7%, en la relación de suelo cemento.
- **Según el tipo de inferencia** la presente investigación es una investigación inductiva esta investigación es llevada a cabo según el método inductivo se basa en la obtención de conclusiones a partir de la observación de hechos. La observación y análisis permiten extraer conclusiones más o menos verdaderas, pero no permite establecer generalizaciones o predicciones.
- **Según el periodo temporal en que se realiza**, la presente investigación es una investigación transversal, ya que este tipo de investigación recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único.
- **De acuerdo al tiempo en que se efectúan**, a presente investigación es una investigación sincrónica, ya que la presente investigación se limita a investigar solo en un determinado periodo.

3.5 Diseño de investigación

El diseño que se usó esta investigación fue el experimental transversal, ya que se manipulo una sola variable, la variable independiente (adición de cemento portland) el cual tendrá efectos en la variable dependiente (cambio volumétrico).

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

El método que se utilizo es el método Inductivo; las técnicas con que se trabajó son las de investigación documentaria e investigación de campo, así mismo para el análisis y tabulación de datos se usarán hojas de cálculo tipo Excel y el análisis estadístico será el

descriptivo (inferencial), los instrumentos usados en la presente investigación para la obtención de datos fueron:

- Cazuela Casagrande manual
- Balanzas tipo I y II
- Máquina manual para ensayos CBR con indicador digital

Estos instrumentos tienen la validación mediante los certificados de calibración aprobados por el instituto nacional de calidad (INACAL)

Así mismo los instrumentos que se utilizaron para el procesamiento de datos fueron hojas de cálculo Excel, para un procesamiento más rápido y certero.

3.7 Validación y confiabilidad del Instrumento

Para la validación de la herramienta o el instrumento de medición se ha validado por 3 ingenieros con una amplia experiencia en la rama de la ingeniería geotécnica e ingeniería vial.

- **Ing. Nilton Hurtado Panez**, ingeniero con experiencia en la ingeniería vial, trabaja en el área de IVP (Instituto Vial Provincial), en la municipalidad provincial de Yanahuanca por más de 5 años, actualmente concluyo sus estudios de la maestría en ingeniería vial, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- **Ing. Alicia M, Arratea Castro**, Ingeniera con una experiencia de más de 20 años ejerciendo la profesión de ingeniería civil, posee una amplia experiencia en la ejecución de obras viales y edificaciones.
- **Ing. Jorge Zevallos Huaranga**. Ingeniero con experiencia de mas de 30 años ejerciendo la profesión de ingeniería civil, amplia experiencia como docente universitario en la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio valdizan.

Así mismo debido de a que se trabajó con muestras de suelos, la confiabilidad de los equipos se garantizó mediante los certificados de calibración aprobados por el instituto nacional de calidad (INACAL) de todos los equipos con los que se ha trabajado, en ese sentido el informe de los resultados obtenidos cuenta con la firma del ing. especialista

3.8 Procedimiento

El procedimiento de esta investigación se dividirá en 3 etapas las cuales son:

- 1) Toma de muestras de campo
- 2) Procesamiento de la muestra de campo en el laboratorio mediante los ensayos necesarios, tanto en el suelo natural como en el suelo estabilizado
- 3) El análisis de los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados en suelos natural y suelo estabilizado.

3.8.1 Toma de muestras en campo

Para la realización del presente proyecto se tomará muestras de campo(calicatas), se realizarán 4 calicata, obteniéndose 4 muestras de suelos inalteradas las cuales contarán con los siguientes parámetros: cubos de 30cm de arista, y un peso total de 80 Kg.

Cabe resaltar que la profundidad de extracción de las muestras de suelo inalterado será de 1.50 m, tomando como referencia el eje de la carretera.

Las muestras extraídas serán recubiertas con parafina esto con el objetivo de evitar la variación del contenido de humedad, y se protegerá con bolsas plásticas para su transporte hacia el laboratorio certificado donde realizaran los ensayos correspondientes, las 4 muestras tomadas se realizaron en el km 4+000 al km 5+000, en el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de colpa, así mismo se ha tenido en cuenta las recomendaciones (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2013)

3.8.2 Procesamiento de la muestra de campo en el laboratorio mediante los ensayos de necesarios.

3.8.2.1 Ensayos en el suelo natural

Ensayo de límites de Atterberg

Una vez realizada la toma de muestras y ya en el laboratorio procederemos a realizar los ensayos.

El 1er ensayo que se realizará será el ensayo de Límites de Atterberg esto con la finalidad de hallar el limite líquido (LL), limite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP), con estos datos

obtenidos se caracterizará el suelo y ver si cumple con las condiciones del suelo en estudio (suelos arcillosos de alta plasticidad)

Ensayo de compactación utilizando energía modificada (Proctor Modificado)

Como resultado del ensayo Proctor modificado realizado a la muestra de suelo natural se obtendrá el Óptimo contenido de humedad, con el cual se alcanzará una Máxima Densidad Seca (MDS) de suelos natural.

Ensayo de CBR

Se realizará el ensayo de laboratorio, luego de 4 días de saturación de la muestra.

Con este ensayo obtendremos El valor del CBR al 100% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") , cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2") ,

Asimismo, el valor del CBR al 95% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") y cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2").

Por otro lado, obtendremos el valor de la expansión, o hinchamiento, de la muestra para el suelo natural.

3.8.2.2 Ensayos en el suelo estabilizado.

Ensayo de Proctor Modificado — 3%

Como resultado del ensayo de Proctor modificado realizado a la muestra de suelo cemento al 3%, se obtendrá se obtendrá el Óptimo contenido de humedad equivalente a 3%, con el cual se alcanzará una Máxima Densidad Seca (MDS)

Ensayo de CBR— 3%

Se realizará el ensayo de laboratorio, luego de 4 días de saturación de la muestra.

Con este ensayo obtendremos el valor del CBR al 100% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") , cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2") ,

Asimismo, el valor del CBR al 95% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") y cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2").

Por otro lado, obtendremos el valor de la expansión, o hinchamiento, de la muestra para el suelo cemento 3%.

Ensayo de Proctor Modificado — 5%

Como resultado del ensayo de Proctor modificado realizado a la muestra de suelo cemento al 5%, se obtendrá se obtendrá el Óptimo contenido de humedad equivalente a 5%, con el cual se alcanzará una Máxima Densidad Seca (MDS)

Ensayo de CBR— 5%

Se realizará el ensayo de laboratorio, luego de 4 días de saturación de la muestra.

Con este ensayo obtendremos el valor del CBR al 100% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") , cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2") ,

Asimismo, el valor del CBR al 95% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") y cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2").

Por otro lado, obtendremos el valor de la expansión, o hinchamiento, de la muestra para el suelo cemento 5%.

Ensayo de Proctor Modificado — 7%

Como resultado del ensayo de Proctor modificado realizado a la muestra de suelo cemento al 7%, se obtendrá se obtendrá el Óptimo contenido de humedad equivalente a 7%, con el cual se alcanzará una Máxima Densidad Seca (MDS)

Ensayo de CBR— 7%

Se realizará el ensayo de laboratorio, luego de 4 días de saturación de la muestra.

Con este ensayo obtendremos el valor del CBR al 100% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") , cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2") ,

Asimismo, el valor del CBR al 95% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1") y cuando se realiza una penetración de 5.08 mm (0.2").

Por otro lado, obtendremos el valor de la expansión, o hinchamiento, de la muestra para el suelo cemento 7%.

3.8.2.3 El análisis de los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados en suelos natural y suelo estabilizado.

Finalmente concluido los ensayos se tendrá una base de datos tanto el suelo natural como suelo estabilizado al 3%,5% y 7%, y verificaremos si se cumplieron los objetivos planteando en el proyecto de investigación de la misma manera se verificaremos si las hipótesis (posibles soluciones al problema) plateadas son correctas.

3.9 Tabulación y análisis de datos

Para el análisis y tabulación de datos se usarán hojas de cálculo tipo Excel y el análisis estadístico será el descriptivo (inferencial), a continuación, mostramos los cuadros y datos en las hojas Excel que se procesaron en la presente investigación.

Tabla 3 Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-1.

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	10047.0	10185.0	10324.0	10255.0	9935.0					
PESO DEL MOLDE	gr.	6316	6316	6316	6316	6316					
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	3731.0	3869.0	4008.0	3939.0	3619.0					
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1					
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	2.111	2.189	2.268	2.229	2.048					
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR								
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	353.000	353.000	634.500	634.500	282.000	282.000	658.700	658.700	289.000	289.000
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	322.000	322.000	584.200	584.200	256.000	256.000	602.700	602.700	260.000	260.000
PESO DE LA TARA	gr.	39.000	39.000	143.800	143.800	38.000	38.000	149.600	149.600	40.000	40.000
PESO DEL AGUA	gr.	31.000	31.000	50.300	50.300	26.000	26.000	56.000	56.000	29.000	29.000
PESO MUESTRA SECA	gr.	283.000	283.000	440.400	440.400	218.000	218.000	453.100	453.100	220.000	220.000
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.954	10.954	11.421	11.421	11.927	11.927	12.359	12.359	13.182	13.182
HUMEDAD PROMEDIO	%	10.954	11.421	11.927	12.359	13.182					
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	1.9029	1.9650	2.0264	1.9839	1.8095					

Tabla 4 Datos recopilados del ensayo de expansión C-1, suelo natural

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0	00+00	0	0.000	0+00	0	0	0+00	0	0
		24h	5+20	5.2	4.480	6+70	6.7	5.78	6+38	6.38	5.5
		48h	7+59	7.59	6.540	9+64	9.64	8.31	6+54	6.54	5.64
		72h	9+40	9.4	8.100	10+20	10.2	8.79	7+75	7.75	6.68
		96h	11+80	11.8	10.170	11+63	11.63	10.03	11+35	11.67	10.06

Tabla 5 Datos recopilados del ensayo CBR-C1, suelo natural

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11805.0		12279.0		11226.0		12190.0		11025.0		11943.0	
Peso del molde	gr.	7228.0		7228.0		7223.0		7223.0		7189.7		7189.7	
Peso del suelo humedo	gr.	4577.0		5051.0		4003.0		4967		3835.3		4753.3	
Volumen del suelo	cm ³	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	2.155		2.378		1.885		2.339		1.806		2.238	
Humedad	%	13.56				13.43				13.12			
Densidad seca	gr/cc	1.898				1.662				1.596			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	279.00	274.30			273.20	280.30			281.30	252.60		
Peso tara + suelo seco	gr.	251.10	242.30			242.50	251.60			253.00	225.00		
Peso de la tara	gr.	25.40	25.60			25.40	26.10			25.10	25.30		
Peso del agua	gr.	27.900	32.000			30.700	28.700			28.300	27.600		
Peso de los solidos	gr.	225.70	216.70			217.10	225.50			227.90	199.70		
humedad	%	12.36	14.77			14.14	12.73			12.42	13.82		
Promedio de humedad	%	13.56				13.43				13.12			

Tabla 6 Datos recopilados del ensayo CBR-C1, suelo natural

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA	CORRECCION			LECTURA	CORRECCION			LECTURA	CORRECCION		
		DIAL	Libras	Lb/Pulg.2.		DIAL	Libras	Lb/Pulg.2.		DIAL	Libras	Lb/Pulg.2.
0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025	5	54.2	18.1		3	31.6	10.5		3	30.1	10.0	
0.050	9	85.9	28.6		6	58.0	19.3		5	45.2	15.1	
0.075	10	103.9	34.6		8	79.1	26.4		6	60.3	20.1	
0.100	12	117.5	39.2		10	100.2	33.4		7	67.8	22.6	
0.150	14	135.6	45.2		14	137.1	45.7		8	82.8	27.6	
0.200	15	153.6	51.2		16	163.4	54.5		10	97.9	32.6	
0.250	17	167.2	55.7		19	189.8	63.3		11	110.0	36.7	
0.300	18	185.3	61.8		21	210.9	70.3		12	120.5	40.2	
0.400	21	212.4	70.8		25	247.8	82.6		14	135.6	45.2	
0.500	24	239.5	79.8		27	274.1	91.4		15	147.6	49.2	

Tabla 7 Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-2.

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9521.0		9915.0		9942.0		9938.0		9527.0	
PESO DEL MOLDE	gr.	6682		6682		6316		6682		6682	
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	2839.0		3233.0		3626.0		3256.0		2845.0	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	1767.1		1767.1		1767.1		1767.1		1767.1	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	1.607		1.830		2.052		1.843		1.610	
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR								
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	254.800	254.800	627.000	627.000	301.000	301.000	653.200	653.200	202.300	202.300
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	236.000	236.000	583.300	583.300	276.000	276.000	602.700	602.700	185.000	185.000
PESO DE LA TARA	gr.	38.000	38.000	143.200	143.200	38.000	38.000	149.600	149.600	37.200	37.200
PESO DEL AGUA	gr.	18.800	18.800	43.700	43.700	25.000	25.000	50.500	50.500	17.300	17.300
PESO MUESTRA SECA	gr.	198.000	198.000	440.100	440.100	238.000	238.000	453.100	453.100	147.800	147.800
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.495	9.495	9.930	9.930	10.504	10.504	11.145	11.145	11.705	11.705
HUMEDAD PROMEDIO	%	9.495		9.930		10.504		11.145		11.705	
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	1.4673		1.6643		1.8569		1.6578		1.4413	

Tabla 8 Datos recopilados del ensayo CBR-C2, suelo natural

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11592.0		12279.0		11271.3		12190.0		10854.0		11943.0	
Peso del molde	gr.	7228.0		7228.0		7223.0		7223.0		7189.7		7189.7	
Peso del suelo humedo	gr.	4364.0		5051.0		4048.3		4967		3664.3		4753.3	
Volumen del suelo	cm ³ .	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	2.055		2.378		1.906		2.339		1.725		2.238	
Humedad	%	11.28				11.62				11.24			
Densidad seca	gr/cc	1.847				1.708				1.551			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	277.00	266.30			268.20	277.30			277.30	248.60		
Peso tara + suelo seco	gr.	251.10	242.30			242.50	251.60			253.00	225.00		
Peso de la tara	gr.	25.40	25.60			25.40	26.10			25.10	25.30		
Peso del agua	gr.	25.900	24.000			25.700	25.700			24.300	23.600		
Peso de los solidos	gr.	225.70	216.70			217.10	225.50			227.90	199.70		
humedad	%	11.48	11.08			11.84	11.40			10.66	11.82		
Promedio de humedad	%	11.28				11.62				11.24			

Tabla 9 Datos recopilados del ensayo de expansión C-2, suelo natural.

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0H	0+000	0		0	0	0	0	0	0
		24H	6+35	6.35	5.47	10+80	10.8	9.31	9+38	9.38	8.09
		48H	8+20	8.2	7.07	11+20	11.2	9.66	11+30	11.3	9.74
		72H	10+30	10.3	8.88	13+25	13.25	11.42	13+20	13.2	11.38
		96H	12+40	12.4	10.69	13+45	13.45	11.59	13+30	13.3	11.47

Tabla 10 Datos recopilados del ensayo CBR-C2, suelo natural.

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION				
		Libras	Lb/Pulg.2.		Libras	Lb/Pulg.2.		Libras	Lb/Pulg.2.			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	9	86.8	28.9	5	52.7	17.6	4	37.7	12.6			
0.050	14	137.4	45.8	10	96.7	32.2	6	56.5	18.8			
0.075	17	166.3	55.4	13	131.8	43.9	8	75.3	25.1			
0.100	19	188.0	62.7	17	166.9	55.6	8	84.7	28.2			
0.150	22	216.9	72.3	23	228.4	76.1	10	103.6	34.5			
0.200	24	245.8	81.9	27	272.4	90.8	12	122.4	40.8			
0.250	27	267.5	89.2	32	316.3	105.4	14	137.4	45.8			
0.300	30	296.4	98.8	35	351.5	117.2	15	150.6	50.2			
0.400	34	339.8	113.3	41	413.0	137.7	17	169.5	56.5			
0.500	38	383.2	127.7	46	456.9	152.3	18	184.5	61.5			

Tabla 11 Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-3.

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9527.0		9737.0		9881.0		9782.0		9468.0	
PESO DEL MOLDE	gr.	6316		6316		6316		6316		6316	
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	3211.0		3421.0		3565.0		3466.0		3152.0	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	1767.1		1767.1		1767.1		1767.1		1767.1	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	1.817		1.936		2.017		1.961		1.784	
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	323.100	323.100	632.700	632.700	266.000	266.000	562.600	562.600	212.000	212.000
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	291.000	291.000	575.600	575.600	238.000	238.000	508.800	508.800	189.000	189.000
PESO DE LA TARA	gr.	36.000	36.000	144.600	144.600	37.000	37.000	136.500	136.500	39.000	39.000
PESO DEL AGUA	gr.	32.100	32.100	57.100	57.100	28.000	28.000	53.800	53.800	23.000	23.000
PESO MUESTRA SECA	gr.	255.000	255.000	431.000	431.000	201.000	201.000	372.300	372.300	150.000	150.000
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12.588	12.588	13.248	13.248	13.930	13.930	14.451	14.451	15.333	15.333
HUMEDAD PROMEDIO	%	12.588		13.248		13.930		14.451		15.333	
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	1.6139		1.7095		1.7708		1.7138		1.5466	

Tabla 12 Datos recopilados del ensayo de expansión C-3, suelo natural.

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24H	3+75	3.75	3.23	6+08	6.08	5.24	4+50	4.5	3.88
		48H	6+95	6.95	5.99	7+08	7.08	6.1	7+25	7.25	6.25
		72H	8+96	8.96	7.72	9+80	9.08	7.83	9+85	9.85	8.49
		96H	11+60	11.6	10	11+65	11.65	10.04	11+5	11.5	9.91

Tabla 13 Datos recopilados del ensayo CBR-C3, suelo natural.

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo humedo	gr.	11472.0		12279.0		11321.3		12190.0		11034.0		11943.0	
Peso del molde	gr.	7228.0		7228.0		7223.0		7223.0		7189.7		7189.7	
Peso del suelo humedo	gr.	4244.0		5051.0		4098.3		4967		3844.3		4753.3	
Volumen del suelo	cm ³ .	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad humeda	gr/cc	1.998		2.378		1.930		2.339		1.810		2.238	
Humedad	%	15.87				12.95				12.90			
Densidad seca	gr/cc	1.725				1.708				1.603			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo humedo	gr.	279.00	284.30			268.20	283.30			280.30	252.60		
Peso tara + suelo seco	gr.	251.10	242.30			242.50	251.60			253.00	225.00		
Peso de la tara	gr.	25.40	25.60			25.40	26.10			25.10	25.30		
Peso del agua	gr.	27.900	42.000			25.700	31.700			27.300	27.600		
Peso de los solidos	gr.	225.70	216.70			217.10	225.50			227.90	199.70		
humedad	%	12.36	19.38			11.84	14.06			11.98	13.82		
Promedio de humedad	%	15.87				12.95				12.90			

Tabla 14 Datos recopilados para el ensayo de Proctor, C-4.

PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	9607.0		9944.0		10116.0		9982.0		9650.0	
PESO DEL MOLDE	gr.	6316		6316		6316		6316		6316	
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.	3291.0		3628.0		3800.0		3666.0		3334.0	
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .	1767.1		1767.1		1767.1		1767.1		1767.1	
DENSIDAD HÚMEDA	gr/c ³ .	1.862		2.053		2.150		2.075		1.887	
Nº DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DETERMINACIÓN		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.	251.000	251.000	635.400	635.400	252.000	252.000	385.900	385.900	192.600	192.600
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.	226.000	226.000	573.300	573.300	224.000	224.000	352.400	352.400	170.000	170.000
PESO DE LA TARA	gr.	39.000	39.000	138.200	138.200	39.000	39.000	141.600	141.600	37.000	37.000
PESO DEL AGUA	gr.	25.000	25.000	62.100	62.100	28.000	28.000	33.500	33.500	22.600	22.600
PESO MUESTRA SECA	gr.	187.000	187.000	435.100	435.100	185.000	185.000	210.800	210.800	133.000	133.000
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.369	13.369	14.273	14.273	15.135	15.135	15.892	15.892	16.992	16.992
HUMEDAD PROMEDIO	%	13.369		14.273		15.135		15.892		16.992	
DENSIDAD SECA	gr/c ³ .	1.6428		1.7967		1.8677		1.7901		1.6127	

Tabla 15 Datos recopilados del ensayo de expansión C-4, suelo natural.

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
		0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
		24H	7+01	7.01	6.04	7+75	7.75	6.68	9+25	9.25	7.97
		48H	9+55	9.55	8.23	10+68	10.68	9.21	11+25	11.25	9.7
		72H	12+22	12.22	10.53	12+20	12.2	10.52	13+14	13.14	11.33
		96H	12+45	12.45	10.73	12+55	12.55	10.82	13+28	13.28	11.45

Tabla 16 Datos recopilados del ensayo CBR-C4, suelo natural.

MUESTRA		01				02				03			
Nº DE GOLPES		56				25				10			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	11672.0		12279.0		11521.3		12190.0		11354.0		11943.0	
Peso del molde	gr.	7228.0		7228.0		7223.0		7223.0		7189.7		7189.7	
Peso del suelo húmedo	gr.	4444.0		5051.0		4298.3		4967		4164.3		4753.3	
Volumen del suelo	cm ³	2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9		2123.9	
Densidad húmeda	gr/cc	2.092		2.378		2.024		2.339		1.961		2.238	
Humedad	%	13.83				13.37				13.24			
Densidad seca	gr/cc	1.838				1.785				1.731			
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso tara + suelo húmedo	gr.	275.00	279.30			266.20	287.30			277.30	256.60		
Peso tara + suelo seco	gr.	251.10	242.30			242.50	251.60			253.00	225.00		
Peso de la tara	gr.	25.40	25.60			25.40	26.10			25.10	25.30		
Peso del agua	gr.	23.900	37.000			23.700	35.700			24.300	31.600		
Peso de los sólidos	gr.	225.70	216.70			217.10	225.50			227.90	199.70		
humedad	%	10.59	17.07			10.92	15.83			10.66	15.82		
Promedio de humedad	%	13.83				13.37				13.24			

Tabla 17 Datos recopilados del ensayo CBR-C4, suelo natural.

PENETRACION EN PULGADAS	MUESTRA Nº 01				MUESTRA Nº 02				MUESTRA Nº 03			
	LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION			LECTURA DIAL	CORRECCION		
		Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.			Libras	Lb/Pulg.2.	
0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025	10	53.3	17.8		4	38.0	12.7		3	30.1	10.0	
0.050	15	84.5	28.2		7	69.6	23.2		5	45.2	15.1	
0.075	19	102.2	34.1		9	94.9	31.6		6	60.3	20.1	
0.100	21	115.6	38.5		12	120.2	40.1		7	67.8	22.6	
0.150	24	133.4	44.5		16	164.5	54.8		8	82.8	27.6	
0.200	28	151.1	50.4		20	196.1	65.4		10	97.9	32.6	
0.250	30	164.5	54.8		23	227.7	75.9		11	110.0	36.7	
0.300	33	182.2	60.7		25	253.1	84.4		12	120.5	40.2	
0.400	38	208.9	69.6		30	297.3	99.1		14	135.6	45.2	
0.500	43	235.6	78.5		33	329.0	109.7		15	147.6	49.2	

3.10 Consideraciones Éticas

Para realizar la extracción de las muestras se solicitó el permiso correspondiente a la empresa CRUZ DEL SUR, empresa contratista que estuvo a cargo del mantenimiento periódico del camino vecinal JACAS CHICO- SAN ANTONIO DE COLPA, empresa que nos dio el permiso correspondiente y todas la facilidades para poder realizar la presente investigación , ya que se obtuvo las muestras en el Km 4+000, 4+250, 4+500 y 4+750, así mismo todos los datos que se obtuvieron del trabajo en campo, se hallaron mediante los diferentes tipos de ensayos que se realizaron en un laboratorio certificado, es así que todo este proceso no vulnera ningún principio ético, de igual manera se realizó un trabajo de investigación donde se obtuvo datos reales que pueden ayudar a investigaciones futuras, respetando la veracidad y confiabilidad de resultados obtenidos. Cumpliendo así con nuestro compromiso de responsabilidad y honestidad.

De igual forma se ha respetado la propiedad intelectual de todos los autores referenciándolos de acuerdo a las normas APA 7ma edición.

CAPÍTULO IV.

RESULTADO

IV. RESULTADO

4.1 Obtención de las muestras

Para la realización del presente proyecto se extrajo 4 muestras inalteradas, las cuales contaban con los siguientes parámetros: cubos de 30 cm de arista y un peso total de 180 Kg, siguiendo el procedimiento establecido por el MTC

Figura 8. Toma de muestras en campo



Figura 9. Toma de muestras en campo C-2



4.2 Resultados de laboratorio

4.2.1 Granulometría, Clasificación, AASHTO y SUCS

Tabla 18. Resultados de la granulometría

N°	CALICATA	PROF. (m)	PROGRESIVA (Km)	GRANULOMETRÍA			HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN	
				%G	% A	%F		SUCS	AASHTO
1	C-1	1.5	04+000	0.00%	21.13%	78.87%	35.32%	CH	A-7-6
2	C-2	1.5	04+250	0.00%	7.09%	92.91%	32.75%	CH	A-7-6
3	C-3	1.5	04+500	0.00%	6.76%	93.24%	19.79%	CH	A-7-6
4	C-4	1.5	04+750	0.00%	3.99%	96.01%	18.96%	CH	A-7-6

Fuente: propia

4.2.2 Ensayo de Límites de Atterberg

Para realizar el presente ensayo se tuvo como referencia la NTP 339.129 obteniendo los siguientes resultados.

4.2.2.1 Límites de Atterberg del suelo Natural Calicata 1.

Figura 10

Captura de pantalla límites de atterberg Suelo Natural Calicata 1

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
N° DE GOLPES	20	23	28	35	N° DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	26.79	27.67	32.02	32.10	S. Humedo + Tarro	12.66	12.60	12.77	12.51
S. seco + Tarro	21.14	21.85	25.02	25.18	S. seco + Tarro	11.42	11.33	11.53	11.30
Peso de Tarro	11.05	11.07	11.03	11.08	Peso de Tarro	6.50	6.35	6.32	6.54
Peso del Agua	5.65	5.82	7.00	6.92	Peso del Agua	1.24	1.27	1.24	1.20
Peso de Suelo Seco	10.09	10.79	13.99	14.10	Peso de Suelo Seco	4.92	4.98	5.21	4.76
HUMEDAD %	56.00	53.92	50.06	49.08	HUMEDAD %	25.16	25.44	23.89	25.29

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	52.78%
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	24.95%
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	27.81%

4.2.2.2 Límites de Atterberg del suelo Natural Calicata 2

Figura 11

Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural Calicata 2

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	20	28	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	29.74	32.50	29.40	36.59	S. Humedo + Tarro	11.94	12.74	12.44	12.73
S. seco + Tarro	22.79	24.86	22.80	27.94	S. seco + Tarro	10.96	11.63	11.44	11.54
Peso de Tarro	11.03	11.09	11.19	11.17	Peso de Tarro	6.42	6.58	6.86	6.15
Peso del Agua	6.95	7.64	6.60	8.65	Peso del Agua	0.98	1.11	1.00	1.19
Peso de Suelo Seco	11.76	13.77	11.61	16.77	Peso de Suelo Seco	4.54	5.05	4.58	5.39
HUMEDAD %	59.14	55.49	56.85	51.57	HUMEDAD %	21.60	21.97	21.94	22.14

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	55.17%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	21.91%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	33.26%
----------------------	--------

4.2.2.3 Límites de Atterberg del suelo Natural Calicata 3.

Figura 12

Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural Calicata 3

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	19	23	28	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	36.14	33.93	38.52	31.89	S. Humedo + Tarro	12.65	12.72	11.94	12.64
S. seco + Tarro	26.69	25.36	28.42	24.24	S. seco + Tarro	11.50	11.62	10.92	11.45
Peso de Tarro	10.97	11.03	11.10	10.98	Peso de Tarro	6.26	6.66	6.33	6.15
Peso del Agua	9.45	8.57	10.10	7.65	Peso del Agua	1.15	1.10	1.02	1.19
Peso de Suelo Seco	15.72	14.34	17.32	13.26	Peso de Suelo Seco	5.24	4.96	4.60	5.31
HUMEDAD %	60.12	59.75	58.32	57.66	HUMEDAD %	22.01	22.26	22.14	22.38

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	59.07%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	22.20%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	36.87%
----------------------	--------

4.2.2.4 Límites de Atterberg del suelo Natural Calicata 4.

Figura 13

Captura de pantalla límites de atterberg suelo natural calicata 4

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	23	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	26.92	22.11	23.22	20.63	S. Humedo + Tarro	12.29	11.95	11.90	12.57
S. seco + Tarro	18.83	15.82	16.58	15.23	S. seco + Tarro	11.41	11.13	11.02	11.63
Peso de Tarro	4.76	4.70	4.47	4.45	Peso de Tarro	6.49	6.43	6.05	6.32
Peso del Agua	8.09	6.29	6.64	5.40	Peso del Agua	0.88	0.82	0.88	0.94
Peso de Suelo Seco	14.07	11.12	12.11	10.78	Peso de Suelo Seco	4.93	4.70	4.96	5.31
HUMEDAD %	57.48	56.58	54.87	50.11	HUMEDAD %	17.82	17.54	17.83	17.75

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	54.19%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	17.74%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	36.45%
----------------------	--------

4.2.2.5 Límites de Atterberg con cemento al 1%- Calicata 1.

Figura 14

Captura de pantalla límites de atterberg suelo estabilizado al 1%, Calicata 1

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	24	29	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.71	20.47	18.81	17.78	S. Humedo + Tarro	7.15	7.63	7.64	8.17
S. seco + Tarro	13.30	14.89	13.87	13.85	S. seco + Tarro	6.33	6.68	6.66	7.00
Peso de Tarro	7.62	7.31	6.63	7.30	Peso de Tarro	4.49	4.53	4.51	4.43
Peso del Agua	4.41	5.58	4.94	3.93	Peso del Agua	0.82	0.95	0.98	1.17
Peso de Suelo Seco	5.68	7.58	7.24	6.55	Peso de Suelo Seco	1.84	2.15	2.15	2.57
HUMEDAD %	77.64	73.61	68.23	60.00	HUMEDAD %	44.57	44.19	45.58	45.53

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	69.87%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	44.96%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	24.90%
----------------------	--------

4.2.2.6 Límites de Atterberg con cemento al 1%- Calicata 2.

Figura 15

Captura de pantalla límites de atterberg con cemento al 1%- Calicata 2

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	20	24	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.88	18.00	19.51	18.00	S. Humedo + Tarro	6.27	6.18	6.33	6.47
S. seco + Tarro	14.54	13.95	15.05	14.27	S. seco + Tarro	5.74	5.71	5.78	5.89
Peso de Tarro	7.31	7.10	7.30	7.49	Peso de Tarro	4.40	4.50	4.37	4.38
Peso del Agua	4.34	4.05	4.46	3.73	Peso del Agua	0.53	0.47	0.55	0.58
Peso de Suelo Seco	7.23	6.85	7.75	6.78	Peso de Suelo Seco	1.34	1.21	1.41	1.51
HUMEDAD %	60.03	59.12	57.55	55.01	HUMEDAD %	39.55	38.84	39.01	38.41

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	58.52%
------------------------------	---------------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	38.95%
-----------------------------	---------------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	19.56%
-----------------------------	---------------

4.2.2.7 Límites de Atterberg con cemento al 1%- Calicata 3.

Figura 16

Captura de pantalla límites de atterberg con cemento al 1%- C3

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	24	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.60	15.89	15.77	16.58	S. Humedo + Tarro	8.95	8.67	9.11	8.97
S. seco + Tarro	12.82	11.76	11.85	12.64	S. seco + Tarro	8.55	8.35	8.65	8.57
Peso de Tarro	4.53	4.41	4.50	4.41	Peso de Tarro	7.32	7.34	7.22	7.34
Peso del Agua	4.78	4.13	3.92	3.94	Peso del Agua	0.40	0.32	0.46	0.40
Peso de Suelo Seco	8.29	7.35	7.35	8.23	Peso de Suelo Seco	1.23	1.01	1.43	1.23
HUMEDAD %	57.66	56.19	53.33	47.87	HUMEDAD %	32.52	31.68	32.17	32.52

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	53.88%
------------------------------	---------------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	32.22%
-----------------------------	---------------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	21.66%
-----------------------------	---------------

4.2.2.8 Límites de Atterberg con cemento al 1%- Calicata 4.

Figura 17

Captura de pantalla límites de atterberg con Cemento al 1%- Calicata 4

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	21	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	19.91	18.11	18.66	17.21	S. Humedo + Tarro	7.31	7.18	7.19	7.15
S. seco + Tarro	14.48	13.60	14.00	13.25	S. seco + Tarro	6.39	6.25	6.32	6.31
Peso de Tarro	7.29	7.40	7.29	7.23	Peso de Tarro	4.45	4.34	4.53	4.57
Peso del Agua	5.43	4.51	4.66	3.96	Peso del Agua	0.92	0.93	0.87	0.84
Peso de Suelo Seco	7.19	6.20	6.71	6.02	Peso de Suelo Seco	1.94	1.91	1.79	1.74
HUMEDAD %	75.52	72.74	69.45	65.78	HUMEDAD %	47.42	48.69	48.60	48.28

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	70.63%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	48.25%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	22.38%
----------------------	--------

4.2.2.9 Límites de Atterberg con cemento al 3%- Calicata 1.

Figura 18

Captura de pantalla límites de atterberg con Cemento al 3%- Calicata 1

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	19	21	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.29	16.47	19.50	19.23	S. Humedo + Tarro	7.16	7.00	7.36	7.71
S. seco + Tarro	13.25	12.73	14.66	14.88	S. seco + Tarro	6.29	6.23	6.44	6.63
Peso de Tarro	7.55	7.30	7.31	7.04	Peso de Tarro	4.37	4.53	4.44	4.32
Peso del Agua	4.04	3.74	4.84	4.35	Peso del Agua	0.87	0.77	0.92	1.08
Peso de Suelo Seco	5.70	5.43	7.35	7.84	Peso de Suelo Seco	1.92	1.70	2.00	2.31
HUMEDAD %	70.88	68.88	65.85	55.48	HUMEDAD %	45.31	45.29	46.00	46.75

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	65.51%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	45.84%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	19.67%
----------------------	--------

4.2.2.10 Límites de Atterberg con cemento al 3%- Calicata 2

Figura 19

Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 3%- Calicata 2

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	17	27	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.18	18.80	18.54	18.30	S. Humedo + Tarro	6.54	6.73	6.91	6.13
S. seco + Tarro	13.50	14.61	14.40	14.35	S. seco + Tarro	5.89	6.10	6.16	5.61
Peso de Tarro	7.28	7.48	7.25	7.30	Peso de Tarro	4.40	4.62	4.45	4.40
Peso del Agua	3.68	4.19	4.14	3.95	Peso del Agua	0.65	0.63	0.75	0.52
Peso de Suelo Seco	6.22	7.13	7.15	7.05	Peso de Suelo Seco	1.49	1.48	1.71	1.21
HUMEDAD %	59.16	58.77	57.90	56.03	HUMEDAD %	43.62	42.57	43.86	42.98

LÍMITE LÍQUIDO (LL):	57.52%
----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	43.26%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	14.26%
----------------------	--------

4.2.2.11 Límites de Atterberg con cemento al 3%- Calicata 3.

Figura 20

Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 3%- Calicata 3

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	19	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	15.56	13.79	16.34	16.19	S. Humedo + Tarro	8.33	8.77	9.18	9.00
S. seco + Tarro	11.70	10.60	12.36	12.57	S. seco + Tarro	8.06	8.39	8.76	8.60
Peso de Tarro	4.41	4.40	4.34	4.37	Peso de Tarro	7.28	7.30	7.55	7.43
Peso del Agua	3.86	3.19	3.98	3.62	Peso del Agua	0.27	0.38	0.42	0.40
Peso de Suelo Seco	7.29	6.20	8.02	8.20	Peso de Suelo Seco	0.78	1.09	1.21	1.17
HUMEDAD %	52.95	51.45	49.63	44.15	HUMEDAD %	34.62	34.86	34.71	34.19

LÍMITE LÍQUIDO (LL):	48.53%
----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	34.59%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	13.94%
----------------------	--------

4.2.2.12 Límites de Atterberg con cemento al 3%- Calicata 4

Figura 21

Captura de pantalla Límites de atterberg con Cemento al 3%- Calicata 4

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	19	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	15.56	13.79	16.34	16.19	S. Humedo + Tarro	8.33	8.77	9.18	9.00
S. seco + Tarro	11.70	10.60	12.36	12.57	S. seco + Tarro	8.06	8.39	8.76	8.60
Peso de Tarro	4.41	4.40	4.34	4.37	Peso de Tarro	7.28	7.30	7.55	7.43
Peso del Agua	3.86	3.19	3.98	3.62	Peso del Agua	0.27	0.38	0.42	0.40
Peso de Suelo Seco	7.29	6.20	8.02	8.20	Peso de Suelo Seco	0.78	1.09	1.21	1.17
HUMEDAD %	52.95	51.45	49.63	44.15	HUMEDAD %	34.62	34.86	34.71	34.19

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	48.53%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	34.59%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	13.94%
----------------------	--------

4.2.2.13 Límites de Atterberg con cemento al 5%- Calicata 1.

Figura 22

Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 5%- C1

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	24	28	32	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.77	17.50	17.18	18.13	S. Humedo + Tarro	7.60	7.36	7.34	6.91
S. seco + Tarro	13.61	13.45	13.13	13.99	S. seco + Tarro	6.61	6.44	6.40	6.10
Peso de Tarro	7.61	7.27	6.61	7.27	Peso de Tarro	4.48	4.50	4.44	4.40
Peso del Agua	4.16	4.05	4.05	4.14	Peso del Agua	0.99	0.92	0.94	0.81
Peso de Suelo Seco	6.00	6.18	6.52	6.72	Peso de Suelo Seco	2.13	1.94	1.96	1.70
HUMEDAD %	69.33	65.53	62.12	61.61	HUMEDAD %	46.48	47.42	47.96	47.65

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	64.43%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	47.38%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	17.05%
----------------------	--------

4.2.2.14 Límites de Atterberg con cemento al 5%- Calicata 2.

Figura 23

Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 5%- Calicata 2

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	19	29	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	20.73	21.20	22.91	20.00	S. Humedo + Tarro	6.27	6.45	6.52	6.33
S. seco + Tarro	15.91	16.24	17.56	15.48	S. seco + Tarro	5.60	5.81	5.90	5.71
Peso de Tarro	7.61	7.57	8.06	7.25	Peso de Tarro	4.11	4.38	4.55	4.33
Peso del Agua	4.82	4.96	5.35	4.52	Peso del Agua	0.67	0.64	0.62	0.62
Peso de Suelo Seco	8.30	8.67	9.50	8.23	Peso de Suelo Seco	1.49	1.43	1.35	1.38
HUMEDAD %	58.07	57.21	56.32	54.92	HUMEDAD %	44.97	44.76	45.93	44.93

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	56.29%
------------------------------	---------------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	45.14%
-----------------------------	---------------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	11.14%
-----------------------------	---------------

4.2.2.15 Límites de Atterberg con cemento al 5%- Calicata 3.

Figura 24

Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 5%- Calicata 3

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	22	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.63	18.08	18.42	17.37	S. Humedo + Tarro	9.51	10.07	9.50	10.06
S. seco + Tarro	13.38	13.71	13.95	13.45	S. seco + Tarro	8.96	9.51	8.88	9.36
Peso de Tarro	4.58	4.51	4.42	4.61	Peso de Tarro	7.49	8.00	7.24	7.51
Peso del Agua	4.25	4.37	4.47	3.92	Peso del Agua	0.55	0.56	0.62	0.70
Peso de Suelo Seco	8.80	9.20	9.53	8.84	Peso de Suelo Seco	1.47	1.51	1.64	1.85
HUMEDAD %	48.30	47.50	46.90	44.34	HUMEDAD %	37.41	37.09	37.80	37.84

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	46.49%
------------------------------	---------------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	37.54%
-----------------------------	---------------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	8.95%
-----------------------------	--------------

4.2.2.16 Límites de Atterberg con cemento al 5%- Calicata 4.

Figura 25

Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 5%- C4

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	22	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.70	20.27	19.90	19.76	S. Humedo + Tarro	6.78	6.74	6.75	6.55
S. seco + Tarro	14.52	15.50	15.12	15.61	S. seco + Tarro	6.00	5.99	5.98	5.82
Peso de Tarro	7.62	7.30	6.64	7.29	Peso de Tarro	4.48	4.50	4.46	4.41
Peso del Agua	4.18	4.77	4.78	4.15	Peso del Agua	0.78	0.75	0.77	0.73
Peso de Suelo Seco	6.90	8.20	8.48	8.32	Peso de Suelo Seco	1.52	1.49	1.52	1.41
HUMEDAD %	60.58	58.17	56.37	49.88	HUMEDAD %	51.32	50.34	50.66	51.77

LÍMITE LÍQUIDO (LL):	56.37%
----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	51.02%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	5.35%
----------------------	-------

4.2.2.17 Límites de Atterberg con cemento al 7%- Calicata 1.

Figura 26

Captura de pantalla Límites de Atterberg con cemento al 7%- C1

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	18	31	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	19.83	21.43	18.78	16.61	S. Humedo + Tarro	6.09	6.19	7.08	6.50
S. seco + Tarro	15.22	16.15	14.57	13.44	S. seco + Tarro	5.52	5.64	6.21	5.78
Peso de Tarro	7.55	7.28	7.01	7.29	Peso de Tarro	4.34	4.50	4.40	4.28
Peso del Agua	4.61	5.28	4.21	3.17	Peso del Agua	0.57	0.55	0.87	0.72
Peso de Suelo Seco	7.67	8.87	7.56	6.15	Peso de Suelo Seco	1.18	1.14	1.81	1.50
HUMEDAD %	60.10	59.53	55.69	51.54	HUMEDAD %	48.31	48.25	48.07	48.00

LÍMITE LÍQUIDO (LL):	56.12%
----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	48.15%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	7.96%
----------------------	-------

4.2.2.18 Límites de Atterberg con cemento al 7%- Calicata 2.

Figura 27

Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 7%- C2

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	21	26	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	24.81	20.80	21.24	22.52	S. Humedo + Tarro	7.00	7.03	7.47	7.06
S. seco + Tarro	18.49	16.20	16.55	17.45	S. seco + Tarro	6.17	6.19	6.56	6.23
Peso de Tarro	6.58	7.43	7.52	7.26	Peso de Tarro	4.34	4.37	4.56	4.42
Peso del Agua	6.32	4.60	4.69	5.07	Peso del Agua	0.83	0.84	0.91	0.83
Peso de Suelo Seco	11.91	8.77	9.03	10.19	Peso de Suelo Seco	1.83	1.82	2.00	1.81
HUMEDAD %	53.06	52.45	51.94	49.75	HUMEDAD %	45.36	46.15	45.50	45.86

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	51.64%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	45.72%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	5.92%
----------------------	-------

4.2.2.19 Límites de Atterberg con cemento al 7%- Calicata 3.

Figura 28

Captura de pantalla Limites de Atterberg con Cemento al 7%- C3

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	19	27	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.61	15.24	17.68	16.41	S. Humedo + Tarro	9.34	9.50	8.08	9.75
S. seco + Tarro	14.24	11.99	13.88	13.17	S. seco + Tarro	8.76	8.91	7.65	9.14
Peso de Tarro	4.43	4.32	4.47	4.39	Peso de Tarro	7.24	7.36	6.54	7.56
Peso del Agua	4.37	3.25	3.80	3.24	Peso del Agua	0.58	0.59	0.43	0.61
Peso de Suelo Seco	9.81	7.67	9.41	8.78	Peso de Suelo Seco	1.52	1.55	1.11	1.58
HUMEDAD %	44.55	42.37	40.38	36.90	HUMEDAD %	38.16	38.06	38.74	38.61

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	40.04%
-----------------------	--------

LÍMITE PLÁSTICO (LP)	38.39%
----------------------	--------

ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	1.64%
----------------------	-------

4.2.2.20 Límites de Atterberg con cemento al 7%- Calicata 4.

Figura 29

Captura de pantalla Límites de Atterberg con Cemento al 7%- calicata 4

LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	23	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.73	20.28	21.81	20.78	S. Humedo + Tarro	6.95	6.88	6.67	6.59
S. seco + Tarro	14.70	15.77	16.75	16.29	S. seco + Tarro	6.05	6.07	5.90	5.81
Peso de Tarro	7.56	7.29	7.00	7.29	Peso de Tarro	4.32	4.50	4.40	4.29
Peso del Agua	4.03	4.51	5.06	4.49	Peso del Agua	0.90	0.81	0.77	0.78
Peso de Suelo Seco	7.14	8.48	9.75	9.00	Peso de Suelo Seco	1.73	1.57	1.50	1.52
HUMEDAD %	56.44	53.18	51.90	49.89	HUMEDAD %	52.02	51.59	51.33	51.32

LÍMITE LÍQUIDO (LL) :	53.11%
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	51.57%
INDICE PLÁSTICO (IP)	1.54%

4.2.3 Contenido de humedad

Se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.12, Teniendo como resultados:

- Contenido de humedad:

	CONT. HUMEDAD
C-1	4.32%
C-2	32.75%
C-3	19.79%
C-4	18.96%

Figura 30

Ensayos de Límites de Atemberg



Figura 31. *Se introduce las muestras al horno para obtener los resultados del contenido de humedad.*



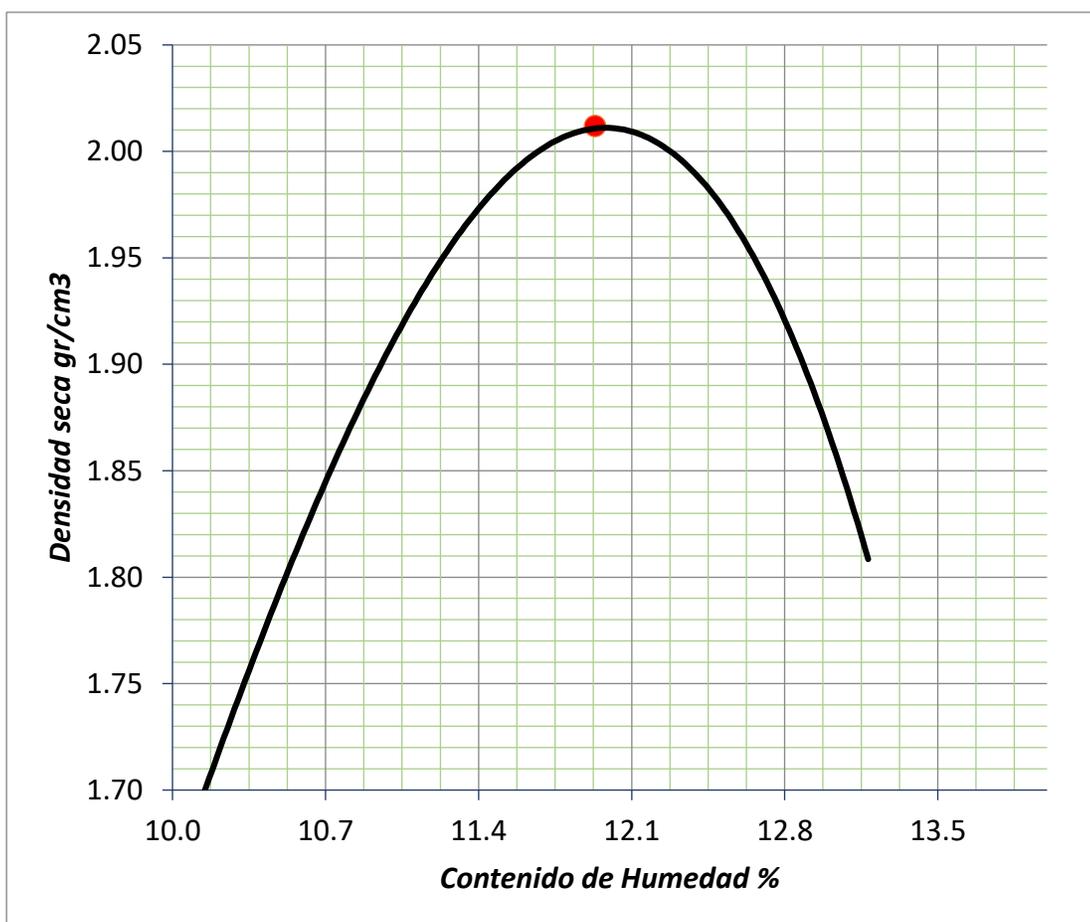
4.2.4 Ensayo de compactación utilizando energía modificada (Proctor Modificado)

Luego de realizar los ensayos del Proctor modificado con las muestras de suelo inalterado o suelo natural se obtuvieron los siguientes resultados.

4.2.4.1 Resultado de suelo natural – C1.

Gráfico 1

Densidad de suelo natural Calicata 1

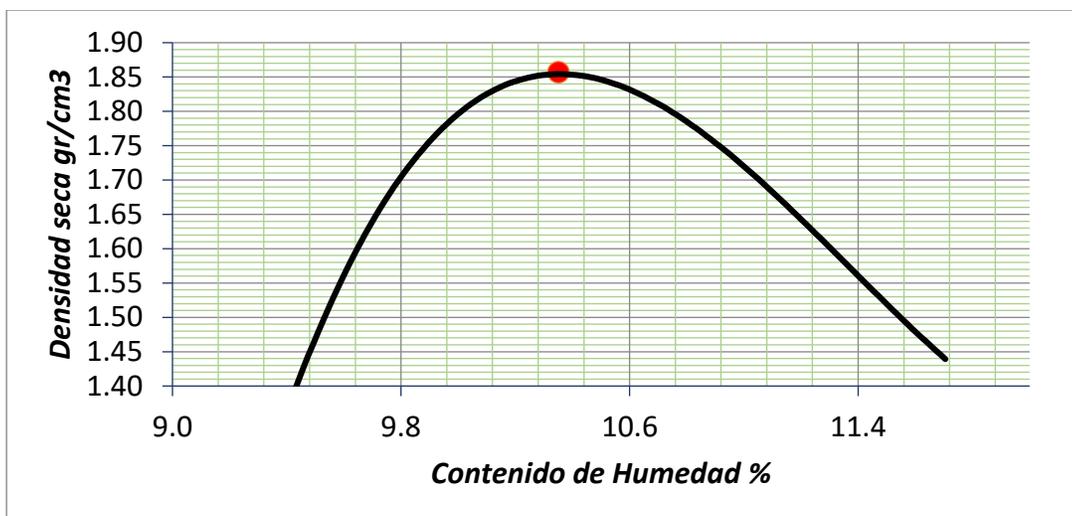


Densidad Máxima Seca: 2.03

Humedad Óptima: 11.93

4.2.4.2 Resultado de suelo natural – C2.

Gráfico 2 *Densidad de suelo natural Calicata 2*

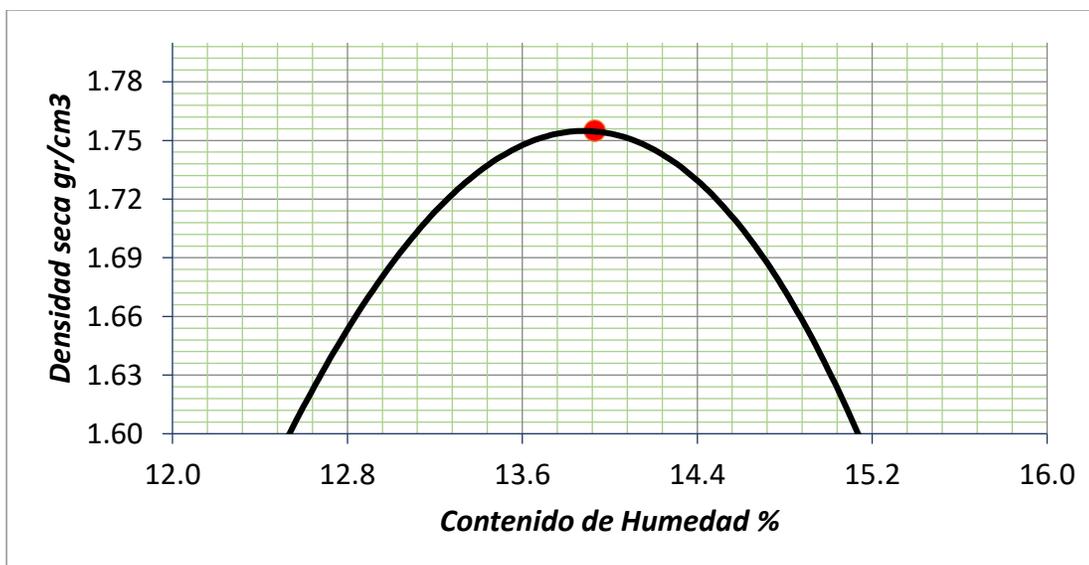


Densidad Máxima Seca: 1.86 gr/cm³

Humedad Óptima: 10.50%

4.2.4.3 Resultado de suelo natural – C3.

Gráfico 3 *Densidad de suelo natural Calicata 3*

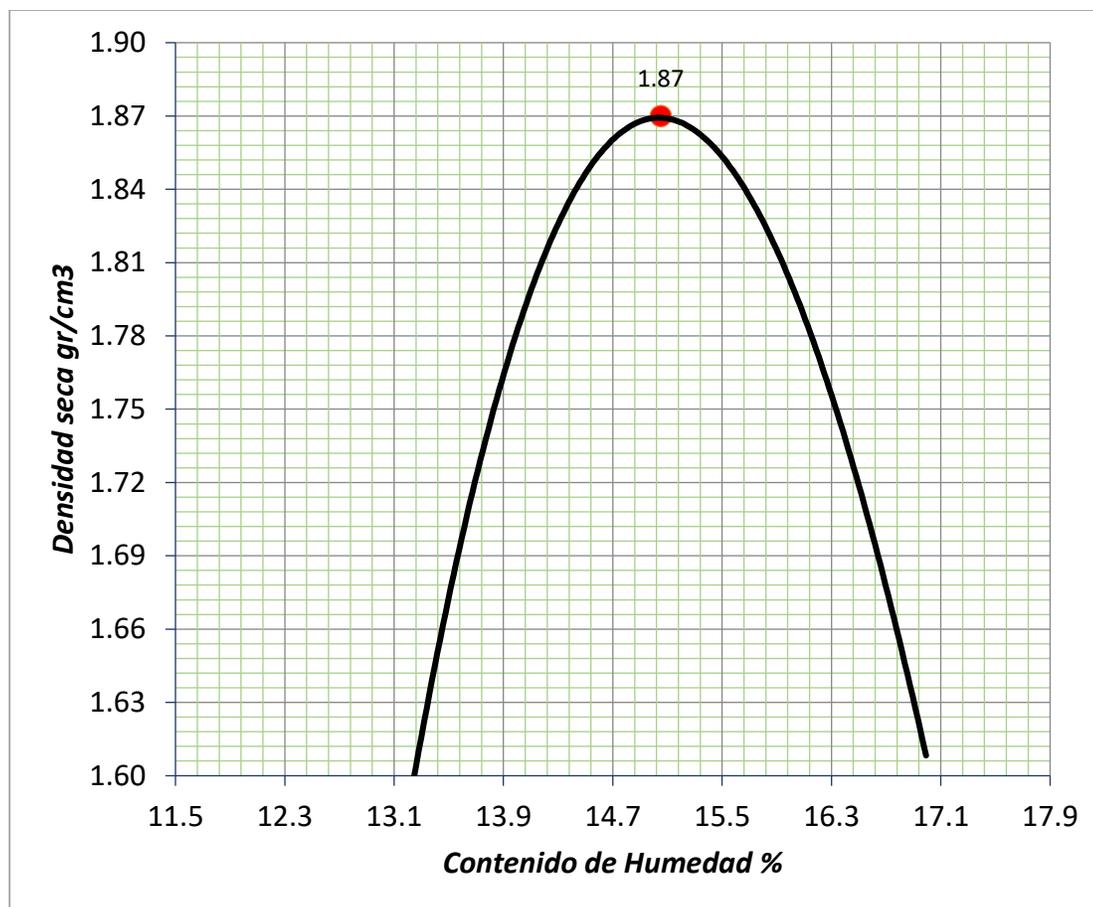


Densidad Máxima Seca: 1.77 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.93%

4.2.4.4 Resultado de suelo natural – C4.

Gráfico 4 Densidad de suelo natural Calicata 4



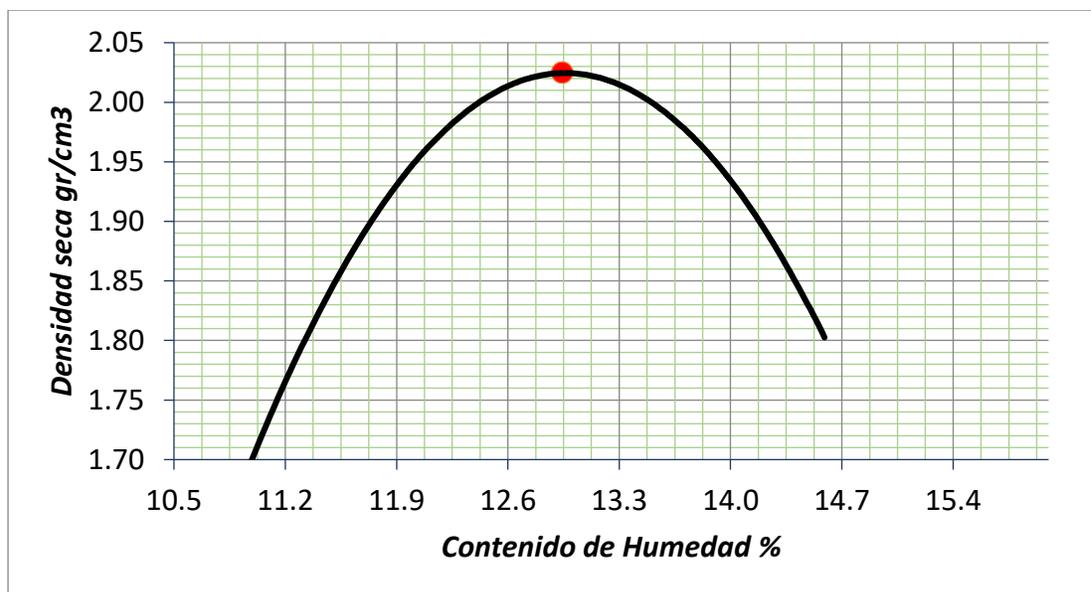
Densidad Máxima Seca: 1.87 gr/cm³

Humedad Óptima: 15.14%

MUESTRA	DMS (gr/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
C-1	2.03 (gr/cm ³)	11.93%
C-2	1.86 (gr/cm ³)	10.50%
C-3	1.77 (gr/cm ³)	13.93%
C-4	1.87 (gr/cm ³)	15.14%

4.2.4.5 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 1% – C1.

Gráfico 5 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C1

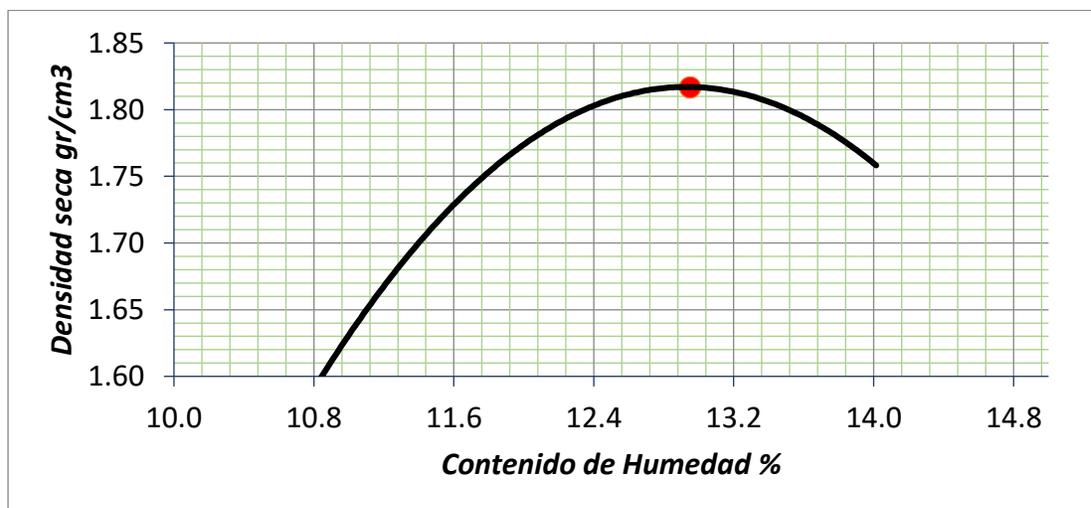


Densidad Máxima Seca: 2.03 gr/cm³

Humedad Óptima: 12.94%

4.2.4.6 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 1% – C2

Gráfico 6 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C2

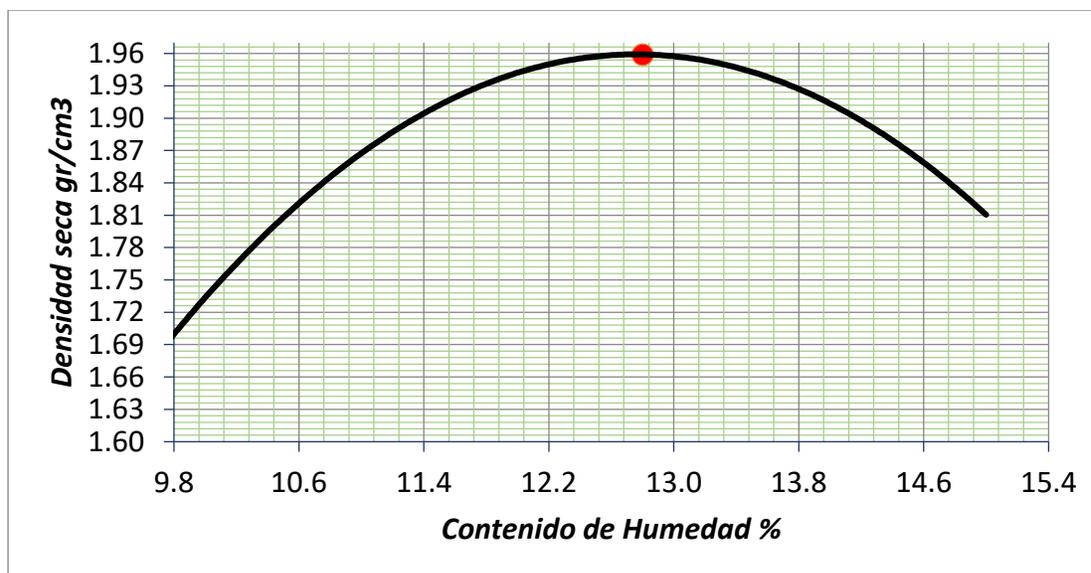


Densidad Máxima Seca: 1.82 gr/cm³

Humedad Óptima: 12.95%

4.2.4.7 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 1% – C3.

Gráfico 7 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C3

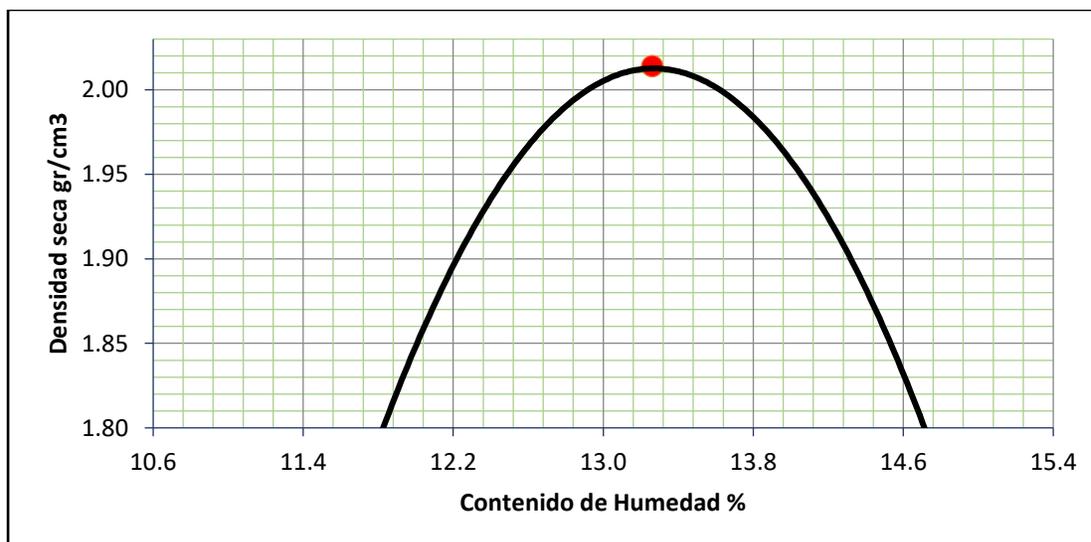


Densidad Máxima Seca: 1.96 gr/cm³

Humedad Óptima: 12.80%

4.2.4.8 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 1% – C4

Gráfico 8 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 1% -C4

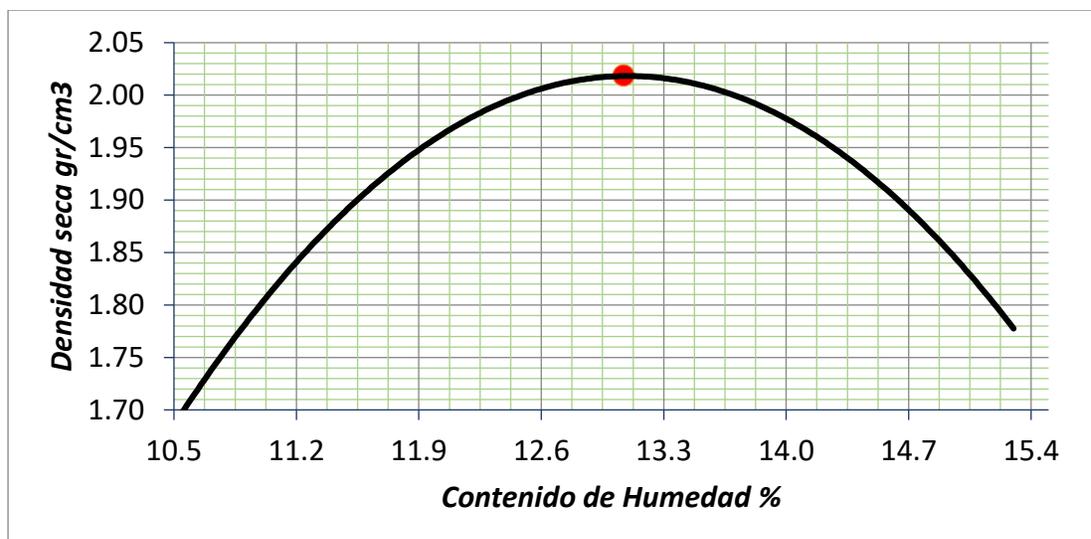


Densidad Máxima Seca: 2.01 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.26%

4.2.4.9 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 3% – C1

Gráfico 9 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C1

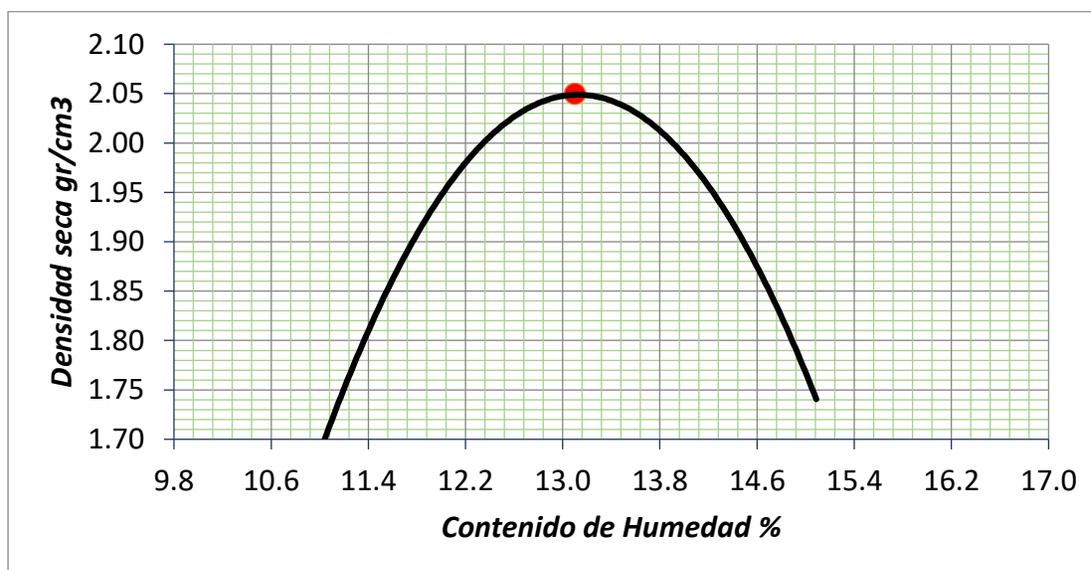


Densidad Máxima Seca: 2.02 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.07%

4.2.4.10 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 3% – C2

Gráfico 10 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C2

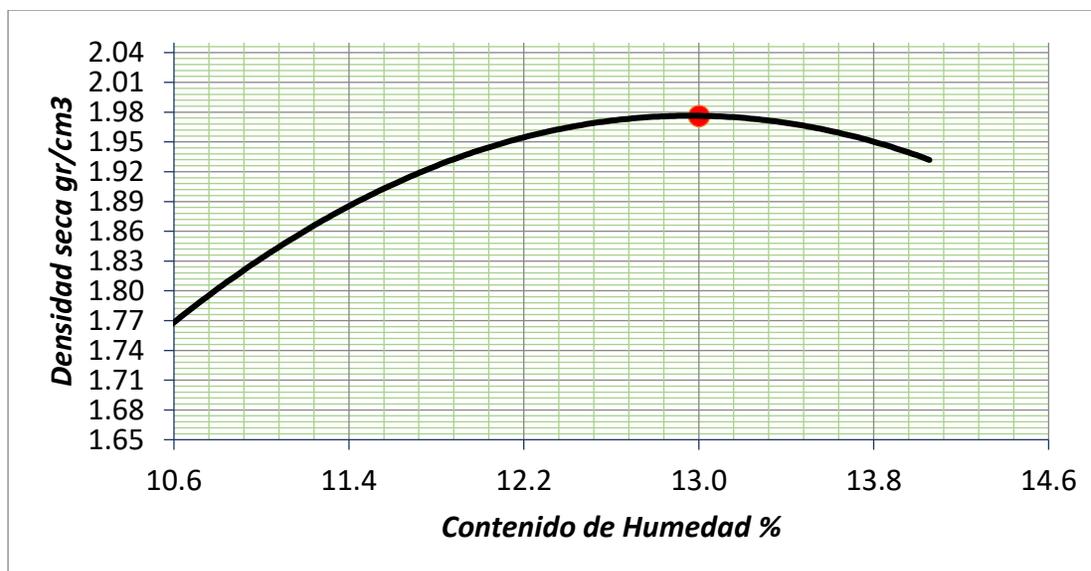


Densidad Máxima Seca: 2.05 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.10%

4.2.4.11 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 3% – C3.

Gráfico 11 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C3

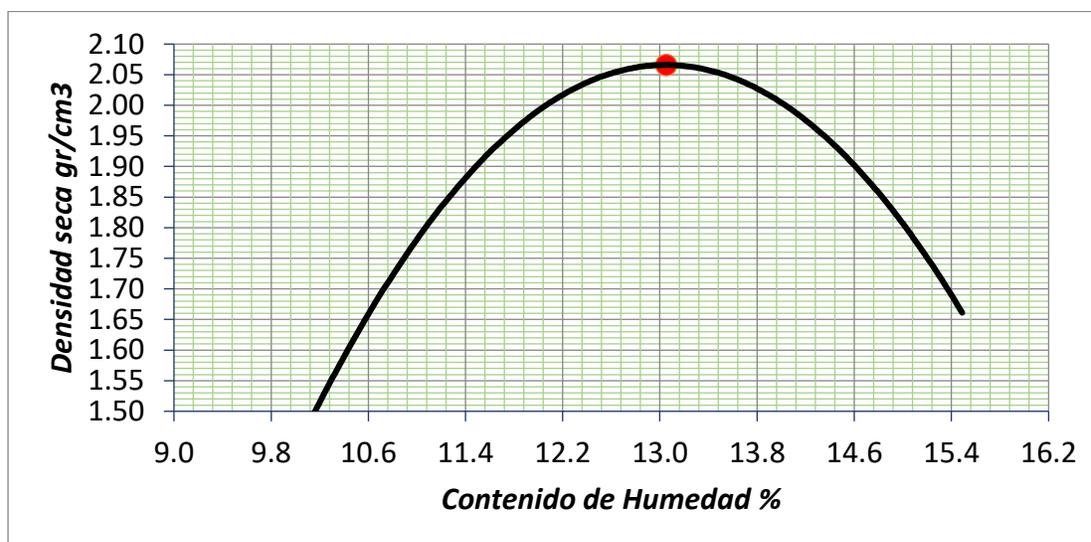


Densidad Máxima Seca: 1.98gr/cm³

Humedad Óptima: 13.00%

4.2.4.12 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 3% – C4.

Gráfico 12 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 3% -C4

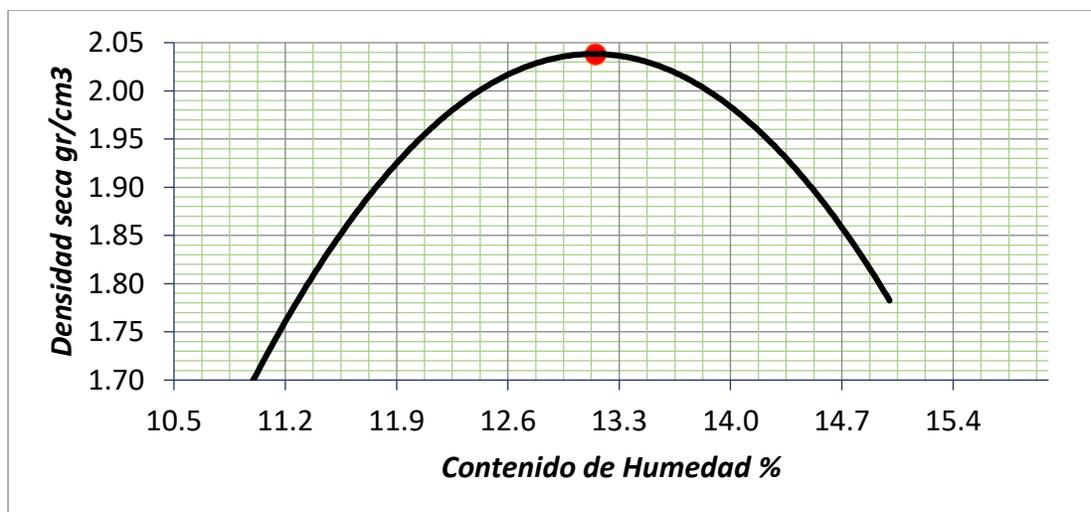


Densidad Máxima Seca: 2.07 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.05%

4.2.4.13 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 5% – C1.

Gráfico 13 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5 – C1

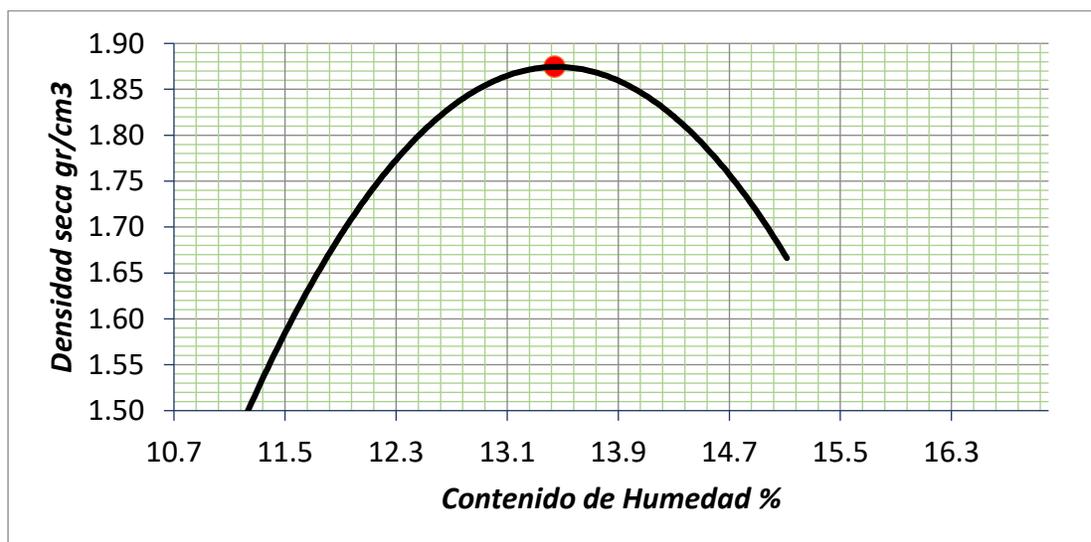


Densidad Máxima Seca: 2.04 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.15%

4.2.4.14 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 5% – C2.

Gráfico 14 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C2

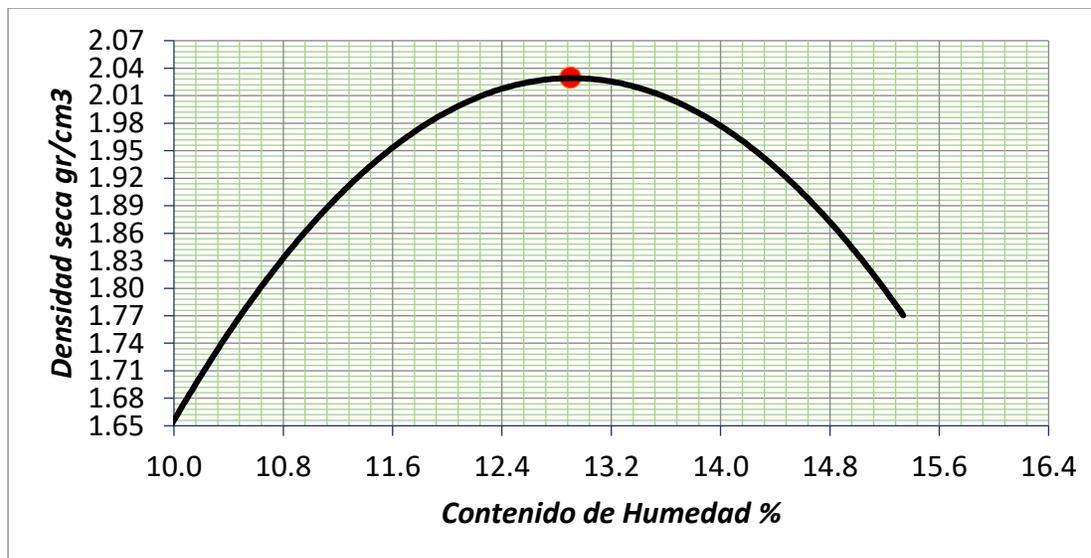


Densidad Máxima Seca: 1.88 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.44%

4.2.4.15 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 5% – C3.

Gráfico 15 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C3

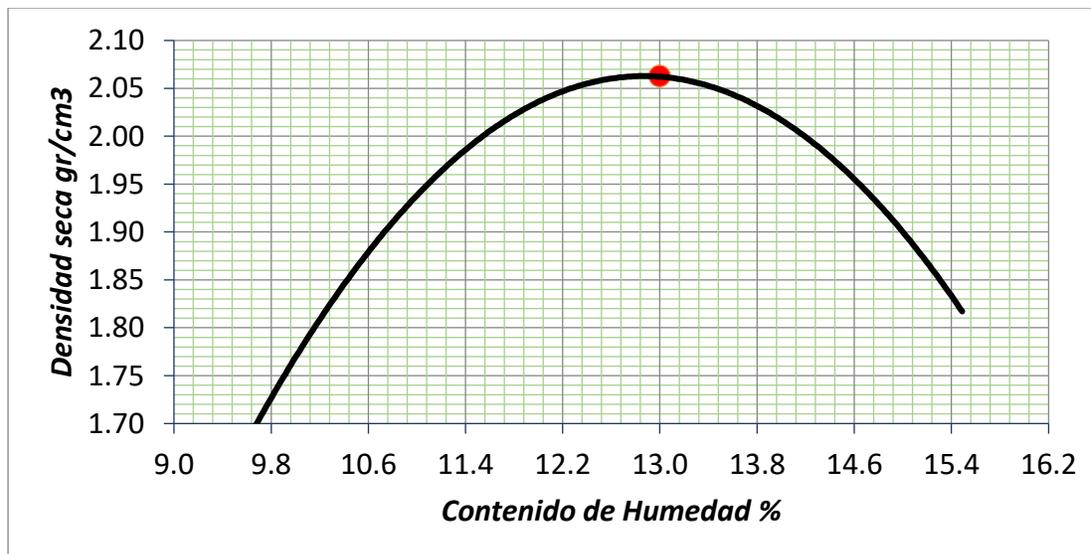


Densidad Máxima Seca: 2.03 gr/cm³

Humedad Óptima: 12.90%

4.2.4.16 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 5% – C4

Gráfico 16 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 5% -C4

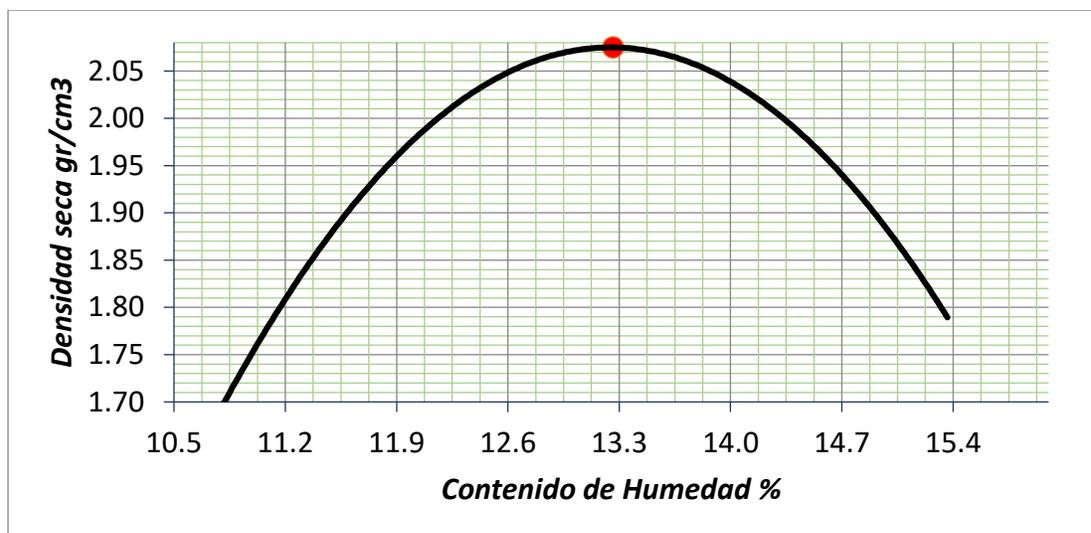


Densidad Máxima Seca: 2.06 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.00%

4.2.4.17 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 7% – C1

Gráfico 17 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C1

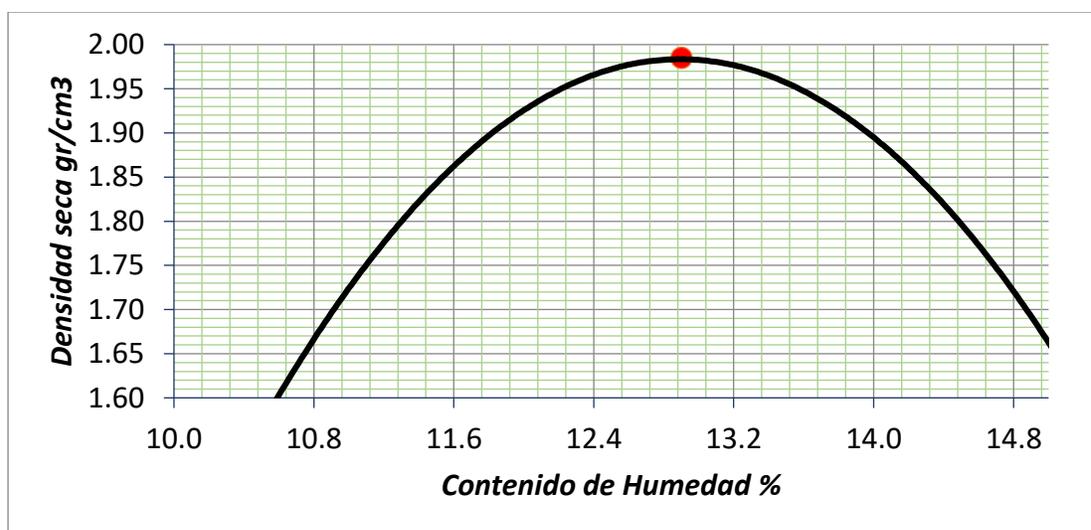


Densidad Máxima Seca: 2.08 gr/cm³

Humedad Optima: 13.26%

4.2.4.18 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 7% – C2

Gráfico 18 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C2

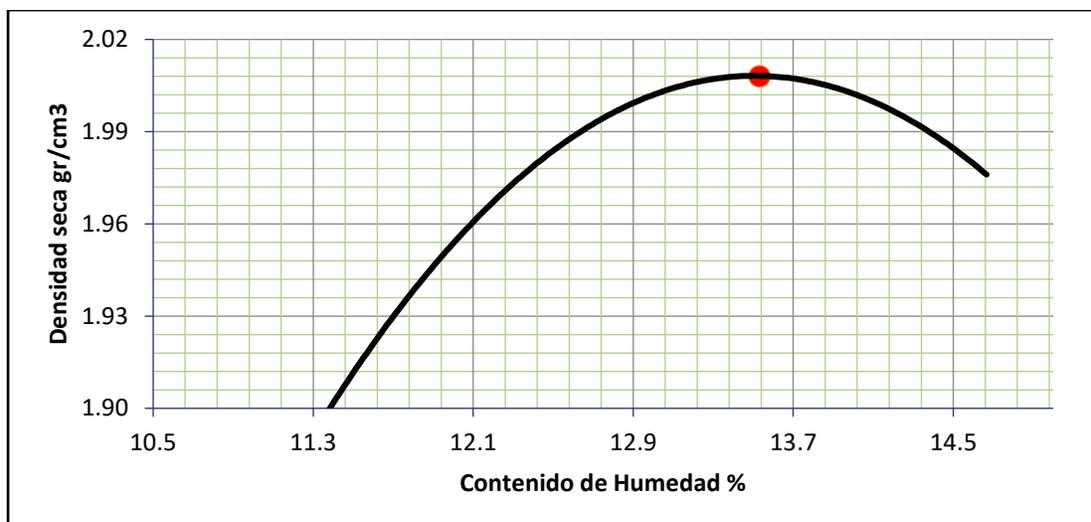


Densidad Máxima Seca: 1.99 gr/cm³

Humedad Optima: 12.90%

4.2.4.19 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 7% – C3

Gráfico 19 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C3

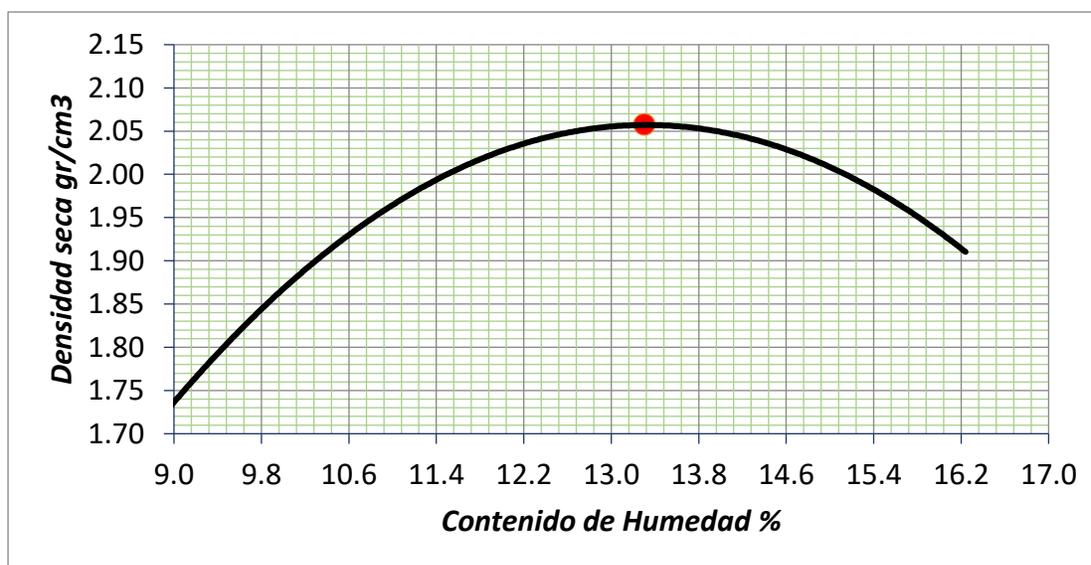


Densidad Máxima Seca: 2.01 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.53%

4.2.4.20 Resultado de suelo estabilizado con cemento al 7% – C4

Gráfico 20 Densidad de suelo estabilizado con cemento al 7% -C4



Densidad Máxima Seca: 2.06 gr/cm³

Humedad Óptima: 13.30%

4.2.5 Ensayo de CBR

Luego de realizar los ensayos de CBR, se muestra los resultados, tanto para la muestra patrón como para cada porcentaje de cemento Portland.

4.2.5.1 Resultado suelo natural.

Tabla 19 Cuadro resumen del ensayo de CBR de las muestras patrón

N°	CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA (km)	CBR al 95% M.D.S a 0.1"	CBR al 95% M.D.S a 0.2"
1	C-1	1.5	4+000	4.51%	4.03%
2	C-2	1.5	4+250	5.65%	5.37%
3	C-3	1.5	4+500	4.01%	3.9%
4	C-4	1.5	4+750	4.23%	4.28%

4.2.5.2 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 1%.

Tabla 20 Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 1%

N°	CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA (km)	CBR al 95% M.D.S a 0.1"	CBR al 95% M.D.S a 0.2"
1	C-1	1.5	4+000	17.4%	15.93%
2	C-2	1.5	4+250	15.83%	14.79%
3	C-3	1.5	4+500	12.56%	11.47%
4	C-4	1.5	4+750	11.76%	11.47%

4.2.5.3 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 3%.

Tabla 21 Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 3%

N°	CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA (km)	CBR al 95% M.D.S a 0.1"	CBR al 95% M.D.S a 0.2"
1	C-1	1.5	4+000	34.5%	31.89%
2	C-2	1.5	4+250	24.68%	22.76%
3	C-3	1.5	4+500	29.14%	26.57%
4	C-4	1.5	4+750	58.38%	24.46%

4.2.5.4 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 5%.

Tabla 22 Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 5%

N°	CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA (km)	CBR al 95% M.D.S a 0.1"	CBR al 95% M.D.S a 0.2"
1	C-1	1.5	4+000	56.7%	50.41%
2	C-2	1.5	4+250	51.24%	45.43%
3	C-3	1.5	4+500	42.45%	38.64%
4	C-4	1.5	4+750	35.19%	34.26%

4.2.5.5 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 7%

Tabla 23 Cuadro resumen del ensayo de CBR con suelo estabilizado al 7%

N°	CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA (km)	CBR al 95% M.D.S a 0.1"	CBR al 95% M.D.S a 0.2"
1	C-1	1.5	4+000	64.9%	59.01%
2	C-2	1.5	4+250	50.55%	43.99%
3	C-3	1.5	4+500	51.55%	46.69%
4	C-4	1.5	4+750	48.04%	48.35%

4.2.6 Ensayo de expansión

4.2.6.1 Resultado suelo natural – C1.

Tabla 24 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 1

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0	00+00	0	0.000	0+00	0	0	0+00	0	0
24h	5+20	5.2	4.480	6+70	6.7	5.78	6+38	6.38	5.5
48h	7+59	7.59	6.540	9+64	9.64	8.31	6+54	6.54	5.64
72h	9+40	9.4	8.100	10+20	10.2	8.79	7+75	7.75	6.68
96h	11+80	11.8	10.170	11+63	11.63	10.03	11+35	11.67	10.06

La muestra N° 1, alcanzo valores de 10.17%, 10.03% y 10.06%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 10.07% en promedio, para la calicata N°1 suelo natural.

4.2.6.2 Resultado suelo natural – C2.

Tabla 25 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0		0	0	0	0	0	0
24H	6+35	6.35	5.47	10+80	10.8	9.31	9+38	9.38	8.09
48H	8+20	8.2	7.07	11+20	11.2	9.66	11+30	11.3	9.74
72H	10+30	10.3	8.88	13+25	13.25	11.42	13+20	13.2	11.38
96H	12+40	12.4	10.69	13+45	13.45	11.59	13+30	13.3	11.47

La muestra N°2, alcanzo valores de 10.69%, 11.59% y 11.47%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 11.25% en promedio, para la calicata N°2 suelo natural.

4.2.6.3 Resultado suelo natural – C3.

Tabla 26 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	3+75	3.75	3.23	6+08	6.08	5.24	4+50	4.5	3.88
48H	6+95	6.95	5.99	7+08	7.08	6.1	7+25	7.25	6.25
72H	8+96	8.96	7.72	9+80	9.08	7.83	9+85	9.85	8.49
96H	11+60	11.6	10	11+65	11.65	10.04	11+5	11.5	9.91

La muestra N°3, alcanzo valores de 10 %, 10.04% y 9.91%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 9.98% en promedio, para la calicata N°3 suelo natural.

4.2.6.4 Resultado suelo natural – C4.

Tabla 27 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo natural muestra 4

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
24H	7+01	7.01	6.04	7+75	7.75	6.68	9+25	9.25	7.97
48H	9+55	9.55	8.23	10+68	10.68	9.21	11+25	11.25	9.7
72H	12+22	12.22	10.53	12+20	12.2	10.52	13+14	13.14	11.33
96H	12+45	12.45	10.73	12+55	12.55	10.82	13+28	13.28	11.45

La muestra N°4, alcanzo valores de 10.73 %, 10.82% y 11.45%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 11.00% en promedio, para la calicata N°4 suelo natural.

4.2.6.5 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 1% - C1.

Tabla 28 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C1

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0	00+00	0	0.000	0+00	0	0	0+00	0	0
24h	3+30	3.3	2.840	0+65	0.65	0.56	0+75	0.75	0.65
48h	5+37	5.37	4.630	7.2	7.2	6.21	8+80	8.8	7.59
72h	7+40	7.4	6.380	8+50	8.5	7.33	9+10	9.1	7.84
96h	9+50	9.5	8.190	9+45	9.45	8.15	10+01	10.01	8.63

La muestra N°1 con un suelo cemento al 1%, alcanzo valores de 8.19%, 8.15% y 8.63%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 8.32% en promedio, para la calicata N°1

4.2.6.6 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 1% - C2.

Tabla 29 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	4+50	4.50	3.88	4+25	4.25	3.66	4+60	4.6	3.97
48H	5+80	5.8	5	5+86	5.86	5.05	5+74	5.74	4.95
72H	6+70	6.7	5.78	7+89	7.89	6.8	8+10	8.1	6.98
96H	10+61	10.61	9.15	10+49	10.49	9.04	10+56	10.56	9.1

La muestra N°2 con un suelo cemento al 1%, alcanzo valores de 9.15%, 9.04% y 9.1%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 9.09% en promedio, para la calicata N°2.

4.2.6.7 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 1% - C3.

Tabla 30 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C3

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0
24H	4+26	4.26	3.67	5+80	5.8	5.00	4+13	4.13	3.56
48H	6+98	6.98	6.02	7+20	7.2	6.21	5+80	5.8	5
72H	9+10	9.1	7.84	8+90	8.9	7.67	7+29	7.29	6.28
96H	10+43	10.43	8.99	9+90	9.9	8.53	9+68	9.68	8.34

La muestra N°3 con un suelo cemento al 1%, alcanzo valores de 8.99%, 8.53% y 8.34%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 8.62% en promedio.

4.2.6.8 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 1% - C4.

Tabla 31 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 1%-C4

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
24H	5+60	5.6	4.83	5+50	5.5	4.74	5+01	5.01	4.32
48H	6+80	6.8	5.86	6+10	6.1	5.26	6+80	6.8	5.86
72H	8+70	8.7	7.5	8+20	8.2	7.07	7+90	7.9	6.81
96H	10+32	10.32	8.9	10+35	10.35	8.92	10+10	10.1	8.71

La muestra N^o4 con un suelo cemento al 1%, alcanzo valores de 8.90%, 8.92% y 8.71%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 8.84% en promedio.

4.2.6.9 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 3% - C1.

Tabla 32 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C1

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0	00+00	0	0.000	0+00	0	0	0+00	0	0
24h	5+20	5.2	4.480	4+65	4.65	4.01	4+38	4.38	3.78
48h	7+12	7.12	6.140	6+59	6.59	5.68	5+54	5.54	4.78
72h	8+23	8.23	7.090	7+59	7.59	6.54	6+75	6.75	5.82
96h	8+56	8.56	7.380	8+49	8.49	7.32	8+48	8.48	7.31

La muestra N^o1 con un suelo cemento al 3%, alcanzo valores de 7.38%, 7.32% y 7.31%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 7.33% en promedio.

4.2.6.10 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 3% - C2.

Tabla 33 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	5+29	5.29	4.56	3+56	3.56	3.07	4+59	4.59	3.96
48H	6+87	6.87	5.92	5+55	5.55	4.78	6+81	6.81	5.87
72H	8+56	8.56	7.38	6+89	6.89	5.94	8+15	8.15	7.03
96H	8+67	8.67	7.47	8+57	8.57	7.39	9+10	9.1	7.84

La muestra N°2 con un suelo cemento al 3%, alcanzo valores de 7.47%, 7.39% y 7.84%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 7.56% en promedio.

4.2.6.11 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 3% - C3.

Tabla 34 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C3

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	3+76	3.76	3.24	4+06	4.06	3.5	4+23	4.23	3.65
48H	4+98	4.98	4.29	5+26	5.26	4.53	5+42	5.42	4.67
72H	7+65	7.65	6.59	7+96	7.96	6.86	7+98	7.98	6.88
96H	8+82	8.82	7.6	8+40	8.4	7.24	9+18	9.18	7.91

La muestra N°3 con un suelo cemento al 3%, alcanzo valores de 7.60%, 7.24% y 7.91%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 7.58% en promedio

4.2.6.12 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 3% - C4.

Tabla 35 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 3%-C4

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
24H	4+90	4.9	4.22	4+98	4.98	4.29	5+20	5.02	4.33
48H	6+47	6.47	5.58	6+24	6.24	5.38	6+59	6.59	5.68
72H	7+93	7.93	6.84	7+59	7.59	6.54	7+96	7.96	6.86
96H	8+10	8.1	6.98	9+06	9.06	7.81	8+62	8.62	7.43

La muestra N^o4 con un suelo cemento al 3%, alcanzo valores de 6.98%, 7.81% y 7.43%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 7.40% en promedio

4.2.6.13 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 5% - C1.

Tabla 36 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C1

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0	00+00	0	0.000	0+00	0	0.000	0+00	0	0.000
24h	3+56	3.56	3.070	3+01	3.01	2.590	4+10	4.1	3.530
48h	4+25	4.25	3.660	4+56	4.56	3.930	5+68	5.68	4.900
72h	5+26	5.26	4.530	5+60	5.6	4.830	6+23	6.23	5.370
96h	6+36	6.36	5.480	6+10	6.1	5.260	6+48	6.48	5.590

La muestra N^o1 con un suelo cemento al 5%, alcanzo valores de 5.48%, 5.26% y 5.59%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 5.44% en promedio

4.2.6.14 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 5% - C2.

Tabla 37 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	9+35	3.91	3.37	3+01	3.01	2.59	2+97	2.97	2.56
48H	4+26	4.26	3.67	4+10	4.1	3.53	3+89	3.89	3.35
72H	6+10	6.1	5.26	5+89	5.89	5.08	4+84	4.84	4.17
96H	6+26	6.26	5.4	6+68	6.68	5.76	6+41	6.41	5.53

La muestra N°2 con un suelo cemento al 5%, alcanzo valores de 5.40%, 5.76% y 5.53%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 5.56% en promedio

4.2.6.15 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 5% - C3.

Tabla 38 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C3

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	3+70	3.7	3.19	2+99	2.99	2.58	4+15	4.15	3.58
48H	4+83	4.83	4.16	3+84	3.84	3.31	5+10	5.1	4.4
72H	5+46	5.46	4.71	4+65	4.65	4.01	5+30	5.3	4.57
96H	6+36	6.36	5.48	6+20	6.2	5.34	6+13	6.13	5.28

La muestra N°3 con un suelo cemento al 5%, alcanzo valores de 5.48%, 5.34% y 5.28%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 5.36% en promedio

4.2.6.16 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 5% - C4.

Tabla 39 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 5%-C4

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
24H	3+26	3.26	2.81	3+81	3.81	3.28	4+16	4.16	3.59
48H	4+00	4	3.45	4+25	4.25	3.66	4+92	4.92	4.24
72H	5+93	5.93	5.11	4+86	4.86	4.19	5+64	5.64	4.86
96H	6+05	6.05	5.22	6+18	6.18	5.33	6+82	6.82	5.88

La muestra N°4 con un suelo cemento al 5%, alcanzo valores de 5.22%, 5.33% y 5.88%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 5.47% en promedio

4.2.6.17 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 7% - C1.

Tabla 40 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C1

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0	00+00	0	0.000	0+00	0	0.000	0+00	0	0.000
24h	2+56	2.56	2.210	2+03	2.03	1.750	2+26	2.26	1.950
48h	3+46	3.46	2.980	3+15	3.15	2.720	3+49	3.49	3.010
72h	5+01	5.01	4.320	4+21	4.21	3.630	4+86	4.86	4.190
96h	5+26	5.26	4.530	5+46	5.46	4.710	5+41	5.41	4.660

La muestra N°1 con un suelo cemento al 7%, alcanzo valores de 4.53%, 4.71% y 4.66%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 4.63% en promedio

4.2.6.18 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 7% - C2.

Tabla 41 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C2

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	2+13	2.13	1.84	2+50	2.5	2.16	2+96	2.96	2.55
48H	4+12	4.12	3.55	3+26	3.26	2.81	3+45	3.45	2.97
72H	4+85	4.85	4.18	4+86	4.86	4.19	4+95	4.95	4.27
96H	5+23	5.23	4.51	5+43	5.43	4.68	5+10	5.1	4.4

La muestra N°2 con un suelo cemento al 7%, alcanzo valores de 4.51%, 4.68% y 4.40%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 4.53% en promedio

4.2.6.19 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 7% - C3.

Tabla 42 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C3

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24H	3+74	3.74	3.22	4+04	4.04	3.48	4+12	4.12	3.55
48H	4+95	4.95	4.27	5+05	5.05	4.35	5+12	5.12	4.41
72H	4+96	4.96	4.28	5+02	5.02	4.33	5+13	5.13	4.42
96H	5+05	5.05	4.35	5+12	5.12	4.41	5+25	5.25	4.53

La muestra N°3 con un suelo cemento al 7%, alcanzo valores de 4.35%, 4.41% y 4.53%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 4.43% en promedio

4.2.6.20 Resultado en suelo estabilizado con cemento portland al 7% - C4.

Tabla 43 Cuadro resumen del ensayo de expansión con suelo estabilizado al 7%-C4

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
0H	0+000	0	0	0+000	0	0	0+000	0	0
24H	2+98	2.98	2.57	3+05	3.05	2.63	3+59	3.59	3.09
48H	3+42	3.42	2.95	4+29	4.29	3.7	4+56	4.56	3.93
72H	4.15	4.15	3.58	5+15	5.15	4.44	5+59	5.59	4.82
96H	5+16	5.16	4.45	5+29	5.29	4.56	5+42	5.42	4.67

La muestra N°4 con un suelo cemento al 7%, alcanzo valores de 4.45%, 4.56% y 4.67%, para 50, 25 y 10 golpes respectivamente llegando tener un hinchamiento de 4.56% en promedio

4.2.7 Evolución de expansión en base al IP

A partir de los valores obtenidos en los ensayos anteriores como son los Límites de Atterberg, podemos calcular la actividad del suelo, parámetro que nos sirve para identificar el potencial de expansión

Tabla 44. Evolución del potencial de expansión

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN						
PUNTO	SUCS	AASHTO	FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
C-1	CH	A-7-6	78.87%	52.76%	27.81%	MUY ALTA
C-2	CH	A-7-6	92.91%	55.17%	33.26%	MUY ALTA
C-3	CH	A-7-6	93.24%	59.07%	36.87%	MUY ALTA
C-4	CH	A-7-6	96.01%	54.19%	36.45%	MUY ALTA

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

5.1 Resultados de laboratorio

Después de haber realizado los ensayos de laboratorio a la fecha, así como el procesamiento de datos en el presente capítulo se discutirá los resultados obtenidos en dichos ensayos.

5.1.1 Granulometría, Clasificación AASHTO Y SUCS

El cuadro de datos mostrado en la tabla N° 13 fueron obtenidos a partir de las 4 calicatas realizadas en el tramo de la carretera Jacas Chico –San Antonio de Colpa, a dichas muestras se les realizó el ensayo de granulometría por tamizado, es así que se obtuvo la siguiente clasificación.

La clasificación SUCS en las 4 muestras de suelos se obtiene que son tipo CH (arcillas de alta plasticidad), así mismo en la clasificación ASHTO se obtiene en las 4 muestras de suelos que son suelos del tipo A-7-6 (suelos con un índice de plasticidad elevado en relación con el límite líquido y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes).

5.1.2 Actividad

A partir de los valores obtenidos en los ensayos de los Límites de Atterberg podemos calcular la actividad del suelo, parámetro que nos sirve para identificar el potencial de expansión y el tipo de suelo arcilloso.

$$A = \frac{IP}{\% \text{ de la fracción de tamaño de arcilla en peso}}$$

$$A = \frac{33.60}{88.76} = 0.38$$

De acuerdo a la figura, este tipo de arcillase clasifica como caolinitico.

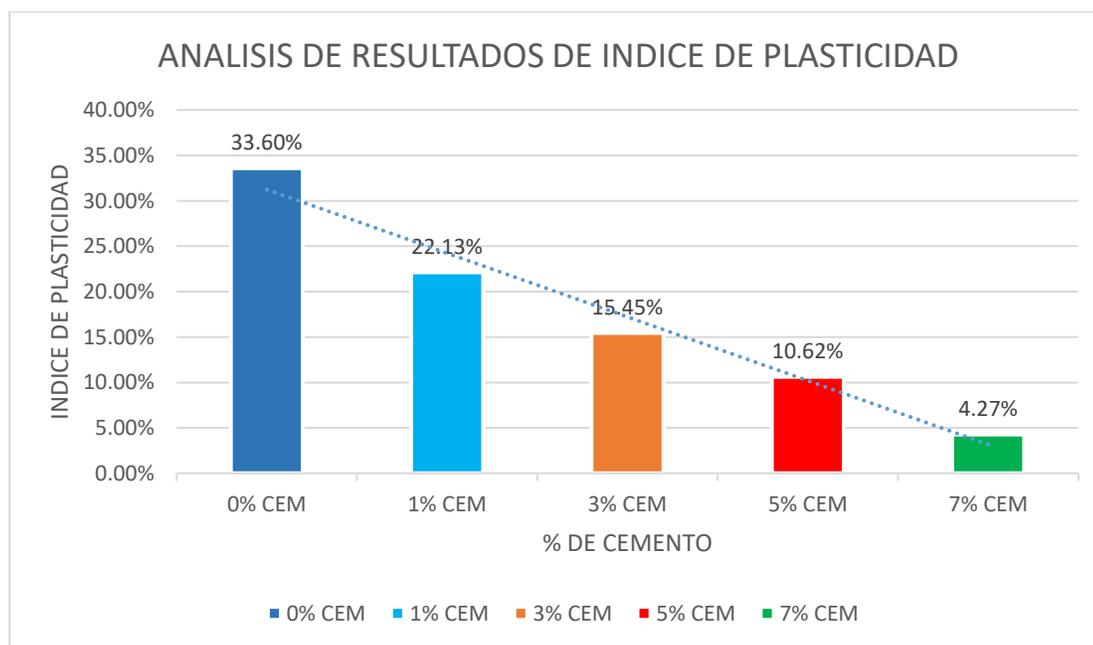
5.1.3 Límites de Atterberg

Consolidando la información de los ensayos realizado, obtenemos el índice de plasticidad de los suelos arcillosos para cada uno de sus tratamientos, los cuales se resumen a continuación.

Tabla 45. Resultados de Límites de Atterberg

Material	LL	LP	IP
100% SA +0% CEM	55.30	21.7	33.60
99% SA +1% CEM	63.23	41.10	22.13
97% SA +3% CEM	55.02	39.35	15.45
95% SA +5% CEM	55.90	45.27	10.63
97% SA +7% CEM	50.23	45.96	4.27

Gráfico 21 Análisis de resultados de índice de plasticidad



El índice de plasticidad es posiblemente el parámetro más completo para determinar el

comportamiento de un material, ya que su valor está en función de los límites. Del Grafico 21, podemos observar que el índice de plasticidad se reduce progresivamente para cada porcentaje de cemento portland tipo I, las diferencias respecto a la muestra sin cemento son significativas en cada una de ellas, pasamos de tener 33.6% en suelo natural a 4.27% en suelo estabilizado al 7 %, lo que significa que pasamos de suelo muy arcilloso con alta plasticidad a un suelo poco arcilloso de baja plasticidad, esto según el manual del de Suelos, Geotecnia Y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

5.1.4 Proctor Modificado

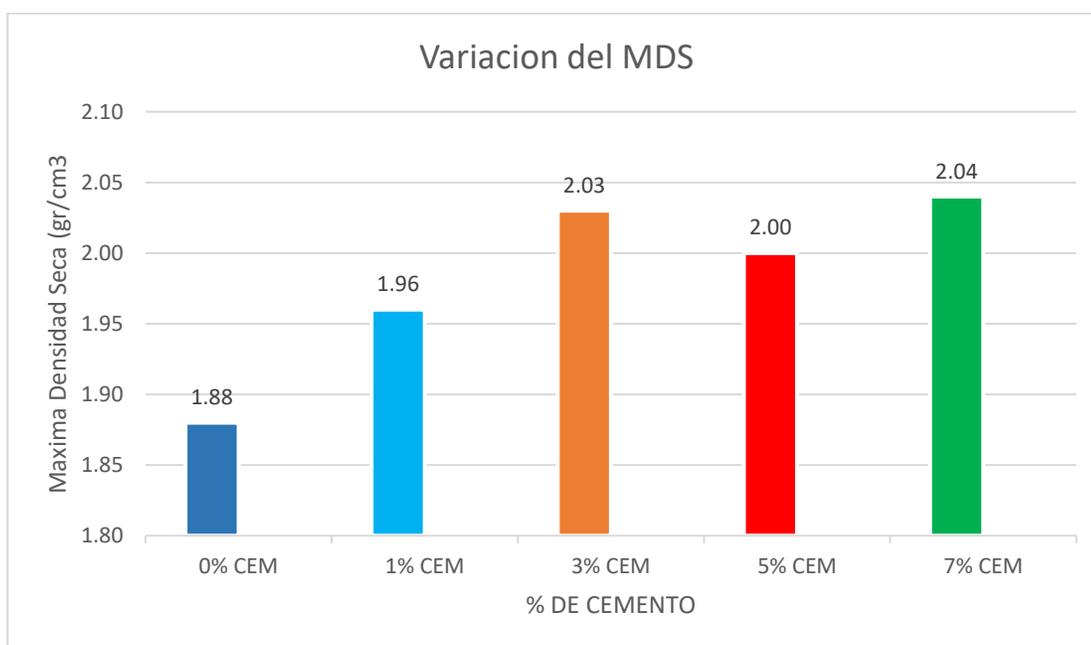
En el Tabla N°46 se muestra los resultados que se obtuvieron del ensayo Proctor modificado, A partir de este ensayo, se calculó la densidad seca máxima bajo un contenido de humedad optima, parámetros que se necesitan conocer, para realizar mejoras a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante al momento de realizar la compactación.

Se obtuvo una densidad máxima que varía en un rango de 1.88 a 2.04 gr/cm³, una humedad optima entre 12.88% a 13.25%

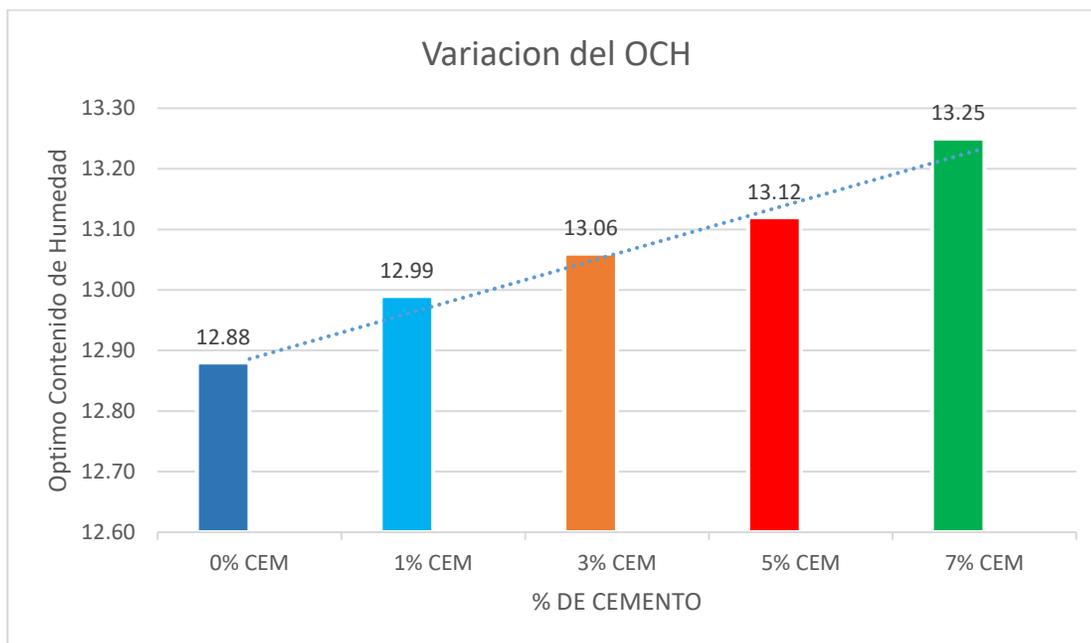
Estos datos utilizados al momento de realizar el ensayo CBR, a través de la compactación, se buscará conseguir el peso específico para una relación de agua dada, esto con el fin de garantizar las propiedades optimas buscada. Es por ello que en el ensayo CBR, se realiza al 95% del ensayo Proctor, para garantizar una densidad seca de al menos el 95% de la densidad seca máxima alcanzada en este ensayo.

Tabla 46. Resumen de resultados del ensayo de Proctor.

Material	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
100% SA +0% CEM	1.88	12.88
99% SA +1% CEM	1.96	12.99
97% SA +3% CEM	2.03	13.06
95% SA +5% CEM	2.00	13.12
97% SA +7% CEM	2.04	13.25

Gráfico 22. variación del MDS en tratamiento

De la Tabla 46 y Gráfico 22, se observa que la MDS presenta una variación significativa al adicionar el cemento. El suelo arcilloso inicia con una densidad de 1.88 gr/cm³ hasta llegar a 2.04 gr/cm³, con una adición de 7% de cemento.

Gráfico 23. Variación del OCH en Tratamiento.

Respecto al óptimo contenido de humedad (OCH) en el gráfico, podemos apreciar como varía frente a las diferentes adiciones de cemento, de forma general podemos indicar que el OCH es directamente proporcional a la adición de cemento, las diferencias entre los tratamientos respectivos, son significativas. El suelo arcilloso pasa de requerir una humedad de 12.88% a 13.25% para un suelo arcilloso con 7% de cemento portland tipo I.

Por lo cual podemos decir que cuanto mayor sea el cemento agregado mayor será la cantidad de agua, para lograr la densidad seca máxima. Este aumento de humedad se debe a que para desarrollar una consistencia máxima se debe a la hidratación del cemento, el cual es necesario para que los componentes reaccionen y se produzca la fragua. Cuanto mayor sea la cantidad de cemento presente en el suelo cemento, mayor será la cantidad de agua necesaria.

La cantidad de agua es muy importante en la mezcla suelo cemento para lograr mayor resistencia en el suelo mejorado.

5.1.5 Capacidad de soporte

El ensayo de se realizó al 100% y 95% de la máxima densidad seca, con el fin de garantizar las propiedades optimas buscadas. En la tabla N°46 se puede apreciar los

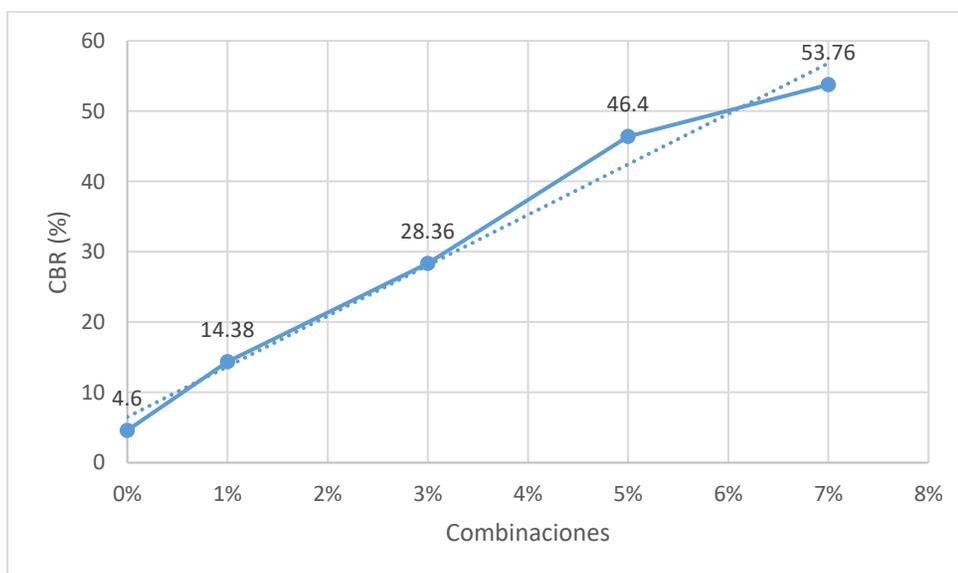
resultados del ensayo para cada porcentaje de cemento portland tipo I, siendo los siguientes resultados:

El valor del CBR al 95% del MDS cuando se realiza una penetración de 2.54 mm (0.1”) es de 4.6%, 14.38%, 28.36%, 46.40% y 53.76.

Tabla 47. Resultados de CBR al 95%

Material	CBR (%)
100% SA +0% CEM	4.60
99% SA +1% CEM	14.38
97% SA +3% CEM	28.36
95% SA +5% CEM	46.40
97% SA +7% CEM	53.76

Gráfico 24 Análisis de resultados de CBR de la muestra patrón al 95% del MDS



De la Tabla 47 y la Gráfico 24, se aprecia los cambios respecto a la capacidad de soporte de los suelos arcillosos frente a las diferentes adiciones de Cemento portland tipo I, se puede observar como el valor del CBR alcanza su máximo valor con el tratamiento de 7% de

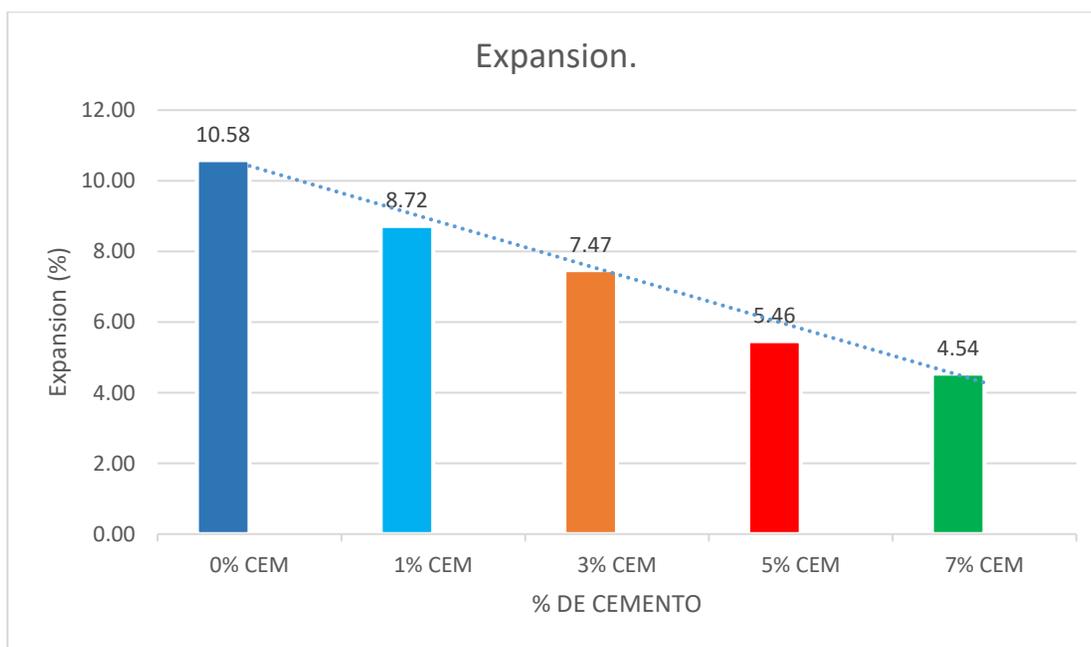
cemento, llegando a tener 53.76%, pasa de tener un valor de 4.6% a 53.76%, lo que significa que incrementa casi 12 veces su capacidad de soporte, reclasificando el material tratado, ya que el material arcilloso sin adición corresponde a una subrasante pobre, mientras que el material arcilloso con 7% de adición de cemento consigue un clasificación de subrasante Excelente.

5.1.6 Expansión.

Gráfico 25 Resultados de Expansión.

Material	Expansión a los 4 días (%)
100% SA +0% CEM	10.58
99% SA +1% CEM	8.72
97% SA +3% CEM	7.47
95% SA +5% CEM	5.46
97% SA +7% CEM	4.54

Gráfico 26. Variación de expansión a 4 días



Analizando a la expansión de las muestras se describe una curva de decrecimiento, donde se llega al mínimo porcentaje de expansión cuando se utiliza el 7% de cemento Portland, si observamos los valores obtenidos de los ensayos se resalta que son inversamente proporcionales ya que al aumentar el porcentaje de cemento portland disminuye la expansión, siendo el valor mínimo obtenido es 4.54%, esto con el suelo cemento al 7%.

5.2 Discusión respecto a los antecedentes

Respecto a los antecedentes que se mencionaron en el ítem 2.1, se tiene los siguientes comentarios.

Sanchez (2014), en su investigación utiliza porcentajes de cemento del 3, 5 y 7% de cemento para reducir el porcentaje de expansión, llegando a la conclusión que, utilizando el 3% de cemento el porcentaje de hinchamiento se reduce en un 57%, con la adición del 5% de cemento la reducción es del 74% y por último adicionando el 7% de cemento se logra una disminución del 87%.

“la investigación obtuvo resultados semejantes a nuestra investigación, demostrando así, que el cemento portland es un estabilizador por excelencia, por lo cual confirmamos los resultados obtenidos.

Castro Gonzales & Navarro Pereyra (2020), en su investigación utiliza porcentajes de 10, 15 y 20% de cemento portland como agente estabilizante, esto para reducir o controlar el cambio volumétrico de los suelos arcillosos de alta plasticidad, llegando a la conclusión que, analizando el suelo natural se obtuvo una expansión máxima 10.14%, ahora utilizando el cemento en un porcentaje de 10%, se obtuvo una expansión mínima de 2.96%, utilizando el 15 % de cemento se obtuvo una expansión mínima de 3.90%, y finalmente con un 20 % de cemento portland se obtuvo una expansión mínima de 3.18%.

“Si bien es cierto la investigación a utilizado porcentajes mayores a la que utilizamos nosotros la tendencia de los resultados que se obtendría si trabajásemos con esos porcentajes

son muy similares a la nuestra, siendo así el 10% de cemento portland el porcentaje que más redujo la expansión reduciendo un 7.18% que viene a representar el 70.8 % en términos de expansión, es decir con el 10% de adición de cemento portland, la expansión obtenido en el suelo natural se redujo en un 70.8%, por lo cual podemos decir que confirmamos los resultados de la investigación.”

Espiritu Huaman (2019) en su investigación utiliza como agente estabilizante la sabia de sábila, esto para mejorar el CBR y disminuir la expansión en la subrasante de la carretera malconga – matamarca, llegando a concluir que, el porcentaje de expansión del suelo natural fue de 3.72% y aplicando un 25% savia de sábila se llegó obtener un resultado de 2.61%.

“si bien cierto nuestros agentes estabilizantes son diferentes podemos decir que con el cemento portland tipo I se obtuvo mejores resultados que la sabia de sábila.”

CONCLUSIONES

1. En respuesta al primer objetivo específico de esta investigación:

Evaluar la incidencia del cemento Portland tipo I, en la plasticidad de los suelos

arcillosos de alta plasticidad. La plasticidad del suelo arcilloso con adición de cemento portland tipo I, presenta comportamientos diferentes, respecto al el límite líquido se reduce y luego va incrementando ligeramente, mientras que los valores correspondientes al límite plástico incrementan en medida que se adiciona cemento. El índice de plasticidad, se reduce en todas las combinaciones, obteniendo el valor extremo con tratamiento del 7%, con IP de 4.27%, pasando de un suelo muy arcilloso (IP >20) a un suelo poco arcilloso (IP<7).

Por lo que se valida la hipótesis específica N° 1 planteada en esta investigación, ya que el IP de los suelos arcillosos llega a toma valores menores al 7%, para un porcentaje del 7% de cemento portland tipo I.

2. En respuesta al segundo objetivo específico de esta investigación:

Determinar el porcentaje óptimo de cemento Portland tipo I para reducir el grado de expansión en los suelos arcillosos de alta plasticidad, se concluye que la

relación suelo cemento con cemento portland tipo I al 3% demostró ser el más óptimo, teniendo en cuenta que según la norma técnica E-0.50, de suelos y cimentaciones pasaríamos a tener de un potencial de expansión medio con un valor de 10.58% a un potencial de expansión bajo con un valor de 7.47 %, de la misma manera si medimos el potencial de expansión en base al IP, obtendríamos un potencial de expansión bajo ya que pasaríamos de un IP medio con un valor de 33.60% a un potencial de expansión bajo con IP con un valor de 15.45%.

Por lo que se valida la hipótesis específica N° 2 planteada en esta investigación, ya que el cemento portland tipo I, en un porcentaje del 3% resulto ser el más óptimo.

3. En respuesta al tercer objetivo específico de esta investigación:

Determinar el incremento de la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada, expuestas a condiciones de saturación, la relación suelo cemento mejoro la capacidad de soporte (CBR) en todos los porcentajes aplicados, se concluye en esta investigación que la dosificación suelo cemento al 3 % es el más optimo en cuanto a resistencia, por que cumple con los estándares mínimos exigidos por el MTC, a nivel de la sub rasante, ya que con este porcentaje pasamos de tener de un valor 4.6%(subrasante pobre) a un valor de 28.3%(subrasante muy buena) Por lo que se valida la hipótesis especifica N°3 planteada en esta investigación ya que el CBR al 3% de suelo cemento se encuentra en el rango del 20 a 30 % planteado en esta hipótesis.

4. Finalmente, con relación al objetivo general de esta investigación:

Reducir el cambio volumétrico del suelo arcilloso de alta plasticidad que conforma la subrasante mediante la estabilización con cemento Portland tipo I, se concluyó que el cemento portland tipo I reduce significativamente el cambio volumétrico de los suelos arcillosos de alta plasticidad, siendo los valores obtenidos con relación al suelo cemento 1%, 3%, 5%, 7% de dosificación fueron 8.72%, 7.47%, 5.46% y 4.54% respectivamente, siendo la dosificación al 7% con la que se obtuvo mejor resultado ya que paso de tener una expansión de 10.58% en suelo natural a un valor de 4.54%. Así mismo la relación de suelo cemento al 3%, resulta ser la mas optima, ya que con este porcentaje se alcanzó los estándares mínimos solicitados por el MTC, tanto en expansión como en capacidad de soporte. Por lo que podemos decir que se valida la hipótesis general planteada ya que la reducción máxima alcanzada fue del 57.08%.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Establecidas las conclusiones de esta investigación se tiene las siguientes recomendaciones:

- Si bien es cierto el índice de plasticidad es un parámetro importante para tener una idea del comportamiento de un material, se recomienda determinar la actividad cuando se trata de suelos arcillosos, esto debido a que dependiendo del valor de la actividad tendremos una idea más exacta con respecto al potencial de expansión de los suelos arcillosos.
- Se obtuvieron resultados de estabilización satisfactorios para las muestras de suelo empleados, sin embargo, debido a la heterogeneidad y a la variedad de arcillas que existente en nuestro país, como las arcillas illíticas y los montmorilloníticas, se recomienda ampliar el estudio para este tipo de suelos arcillosos.
- Se recomienda analizar los ensayos CBR como mínimo hasta los 7 días ya que el concreto desarrolla su resistencia a la compresión en un 70% aproximadamente a los 7 días, y los 28 días su máxima resistencia, mientras que el Ministerio de transportes y comunicaciones en su manual indica solo 4 días de saturación y posterior a ello los ensayos de penetración correspondiente, es así que limita obtener mayores valores de resistencia.
- El cemento portland tipo I resultó ser un excelente agente estabilizante para contrarrestar la expansión y mejorar la capacidad de soporte (CBR), es así que recomendamos investigar con las diferentes variedades de tipos de cemento que existe en el mercado, para comparar los resultados y optar por la más óptima, en cuanto a la reducción del cambio volumétrico en suelos arcillosos de alta plasticidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chereque Morán, W. (1989). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería civil*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú .
- Angulo A, R. & Giraldo S, J. (2019). “Auditoría de seguridad vial en los accesos e intercambiadores viales en la zona de movilidad del Aeropuerto de Bogotá – El Dorado”. Universidad Santo Tomás en Bogotá D.C., Colombia. Bogotá-Colombia.
- Aparicio Mijares , F. (1987). *Fundamentos de la Hidrología de Superficie*. Mexico: Grupo Noriega Editores.
- Apolinario Tenicela, A. A., & Delgado Loarte, E. A. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS, CON BAJOS VALORES DE OPORTUNIDAD (CBR), CON FINES DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE*. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan .
- Ayllon, T. (2009). *Elementos de Meteorología y Climatología*. Mexico: Editorial Trillas.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2018). “Auditorías e inspecciones de Seguridad Vial en América Latina”. Lima-Perú.
- barrera Bucio, M., & Garnica Angas , P. (2002). *Introducción a la Mecánica de Suelos no Saturados en Vías Terrestres*. Queretaro: INSTITUTO MEXICANO DE TRANSPORTE.
- Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.
- buitron, S. (2018). *ESTUDIO DE LA ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS DE MANABI CON CENIZA DEL VOLCAN TUNGURAHUA*. QUITO: Escuela Politécnica Nacional.
- Castellanos L, A. & García A, R. (2018). “Inspección de seguridad vial integral en una intersección urbana (avenida Pastor Sevilla / avenida El Sol – Villa El Salvador)”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.
- Castro Gonzales, M. A., & Navarro Pereyra, J. D. (2020). *Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento*

- Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Curitomay, C. (2018). *ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON POLIMEROS DE TIPO COPOLIMERO, APLICADO A OBRAS VIALES DE MEDIANO TRANSITO EN LA CARRETERA PUCALOMA - YANAYACU, DISTRITO DE SOCOS.* AYACUCHO: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA.
- Dourthe, A. & Salamanca, J. (2003). *la Guía Para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial.* Santiago de Chile- Chile: CONASET.
- Espiritu Huaman, A. M. (2019). *MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SAVIA DE SABILO EN LA CARRETERA LA ESPERANZA – MALCONGA, KM 5 MATAMARCA - 2018.* HUANUCO: UNIVERSIDAD DE HUANUCO.
- Galvez CH, J. & Mendoza S, M. (2018). *“Implementación de Auditorías de Seguridad Vial y Niveles de Riesgo en Iquitos 2018”* Universidad Científica del Perú. Lima- Perú.
- Huancaillo, Y. (2017). *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso con pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío huancane - chupa - puno.* puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Jimenez Escamilla, H. (2016). *Epistemología y Disciplinas.* Bogota: Universidad Santo Tomas.
- Leguia, J. (2003). MARCO METODOLOGICO. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*, 1.
- Licuy, C. (2020). *"ESTUDIO DE LA ESTABILIZACION DE ARCILLAS EXPANSIVAS UTILIZANDO EL 10, 20 Y 30% EN PESO, DE PUZOLANAS DE CENIZA DE VOLCAN TUNGURAHUA Y CENIZA DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN COMPOSICIONES IGUALES "*. QUITO: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones . (2018). *NORMA TÉCNICA E.050 DE SUELOS Y CIMENTACIONES* . LIMA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y LA GERENCIA .

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL*. LIMA: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones . (2013). *Manual de Carrteras*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Diario el Peruano.
- Mondragon, R. h. (2014). Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos. *Ciencia y Tecnología*, 20.
- Sanchez, M. (2014). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL Y CEMENTO EN EL SECTOR CALCICAL DEL CANTÓN TOSAGUA PROVINCIA DE MANABÍ*. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR.
- Vargas, B. (2020). *Estabilización de un suelo arcilloso con ceniza volcánica para el mejoramiento de subrasante en la progresiva Km 5+100 al 6+100 del tramo Asirimi - Rosapata Huancane*. Juliaca: Universidad Peruana Union .
- Vega E, Y. (2019). “Auditoria de gestión para mejorar la ejecución presupuestal en proyectos de Infraestructura Vial - Región Pasco – 2016”, Universidad Nacional Alcidea Carrión. Pasco-Perú.
- Yupanqui CH, E. (2018). “Evaluación de la seguridad vial en la carretera que conduce al Morro Solar en el distrito de Chorrillos, 2018.”Universidad César Vallejo. Lima-Perú.
- Zeballos M, R. (2016). “Auditoria de Seguridad Vial de la Carretera Huánuco – Conococha, Sector Huánuco – La Unión – Huallanca (Ruta PE-3N)”Banco Interamericano de Desarrollo BID. Huanuco-Perú.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021.”							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
General	General	General	VARIABLE INDEPENDIENTE Condiciones Climáticas	Precipitaciones Pluviales	Precipitación promedio anual	Pluviómetro, reportes sunami, condiciones de saturación en laboratorio.	<u>Tipo.</u> Aplicada <u>Nivel.</u> Relacional <u>Diseño.</u> Experimental transversal <u>Muestra.</u> Probabilística <u>Enfoque</u> Cuantitativo
¿Es posible reducir los cambios volumétricos generados por condiciones climáticas mediante el mejoramiento de suelo arcilloso de alta plasticidad con cemento Portland en el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa?	Reducir los cambios volumétricos generados por condiciones climáticas mediante el mejoramiento de suelo arcilloso de alta plasticidad con cemento Portland en el camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa	Aplicando el cemento portland tipo I como agente estabilizante se reducirá en un 50%, los cambios volumétricos del suelo arcilloso de alta plasticidad que conforma la subrasante del camino vecinal Jacas Chico - San Antonio de Colpa.					
Específicos	Específicos	Específicos	VARIABLE INDEPENDIENTE Adición de Cemento Portland tipo I	Cantidad Cemento Portland Tipo I	Muestra Representada en Porcentaje (1%, 3%, 5%, 7%)	Balanza	
PE₁: ¿En qué medida incide el cemento portland tipo I, en la plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante?	OE₁: Determinar el porcentaje de cemento Portland óptimo para reducir el grado de expansión en los suelos	Hi₁: La plasticidad de los suelos arcillosos a nivel de subrasante tomara valores menores al 7% al adicionar cemento portland tipo I.					

	arcilloso de alta plasticidad.		VARIABLE DEPENDIENTE Cambio Volumétrico				
PE₂: ¿Cuál será el porcentaje óptimo de cemento Portland tipo I, para reducir el grado de expansión, en los suelos arcillosos de alta plasticidad?	OE₂: Evaluar la incidencia del cemento Portland tipo I, en la plasticidad de los suelos arcillosos de alta plasticidad	Hi₂: El cemento Portland tipo I en un porcentaje óptimo reducirá el grado de expansión en los suelos arcilloso de alta plasticidad.		Suelo Natural	- Porcentaje de Expansión o hinchamiento - capacidad de soporte	CBR en torno a Expansión	
PE₃: ¿Se podrá Incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada con cemento Portland tipo I, expuestas a condiciones de saturación?	OE₃: Determinar el Incremento de la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada, expuestas a condiciones de saturación.	Hi₃: El Incremento en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, en especímenes de arcilla tratada, expuestas a condiciones de saturación, aumentara su valor en un rango del 20 a 30% debido a la utilización del cemento portland tipo I.		Suelo Estabilizado	- Porcentaje de Expansión o hinchamiento - capacidad de soporte	- CBR en torno a Expansión -CBR	

ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSORCIO
CRUZ DEL SUR



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

AUTORIZACIÓN PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

El Representante Común del consorcio CRUZ DEL SUR, hace constar lo siguiente:

Que, el Bach. Ing. Civil Victor Fredy DAZA CECILIO; con DNI N° 47130585 viene laborando en este consorcio en su condición de **ASISTENTE DE RESIDENTE DE SERVICIO** en la ejecución de la actividad: **SERVICIO DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO Y RUTINARIO DE LOS CAMINOS VECINALES TRAMOS: EMP.PE-3N (AYAPITENG)- ISIPAMPA; EMP. PE-3N (AYAPITEG) - NUEVA LABRADA; EMP. PE-3N - JACAS CHICO – PUCA YACU - EMP. HU-1121 (SAN ANTONIO DE COLPA), LONG. = 16.400 KM, UBICADO EN LOS DISTRITOS DE CHAVINILLO, JACAS CHICO Y CHORAS, PROVINCIA DE YAROWILCA –HUÁNUCO; derivado del PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE SELECCIÓN N° 017-2020-MPY/CS; por un periodo de 12 meses (Del 02.06.2021 al 30.05.2022), en ese sentido el Bach. Ing. Civil Victor Fredy DAZA CECILIO; ha solicitado mediante carta la extracción de muestras para la elaboración de su tesis titulada. “INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021.”, en tal sentido se le concede el permiso correspondiente para la extracción de muestras, para los fines que sean necesarios.**

Lima, 30 de noviembre del 2021.


CONSORCIO CRUZ DEL SUR
Andy M. Martínez Rivera
REPRESENTANTE

ANEXO 3. INSTRUMENTOS.

ENSAYO DE PROCTOR ESTÁNDAR									
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA Y DENSIDAD SECA MÁXIMA COMPACTADA									
TESIS	: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACASCHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021								
UBICACIÓN	: CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO								
SOLICITA	: BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO								
MUESTRA	: SUB RASANTE-CI, PROG. 4+000 MÉTODO: C								
FECHA	:								
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.								
PESO DEL MOLDE	gr.								
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr.								
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³ .								
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ .								
Nº DE TARA									
DETERMINACIÓN									
PESO MUEST. HÚMEDA + TARA	gr.								
PESO MUESTRA SECA + TARA	gr.								
PESO DE LA TARA	gr.								
PESO DEL AGUA	gr.								
PESO MUESTRA SECA	gr.								
CONTENIDO DE HUMEDAD	%								
HUMEDAD PROMEDIO	%								
DENSIDAD SECA	gr/cm ³ .								

Densidad seca gr/cm³

Contenido de Humedad %

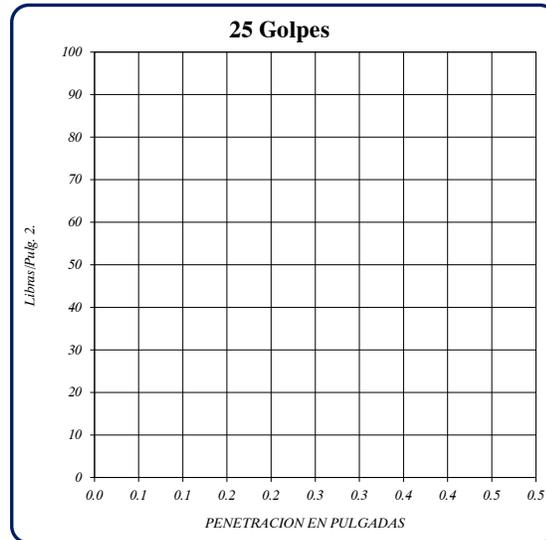
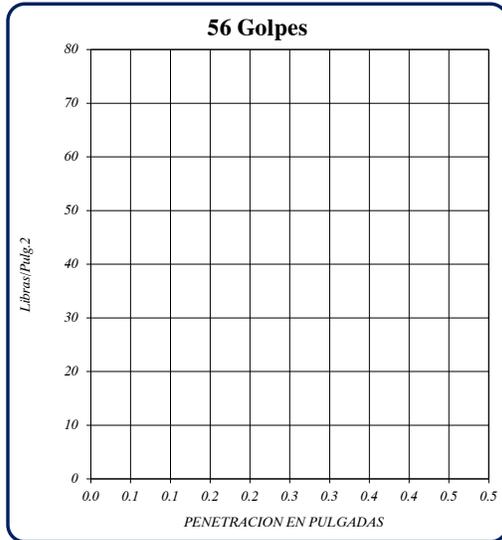
Densidad Máxima Seca	:	gr/cm ³ .
Humedad Optima	:	%

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

UBICACIÓN : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTAPLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACASCHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWLCA, HUANUCO 2021

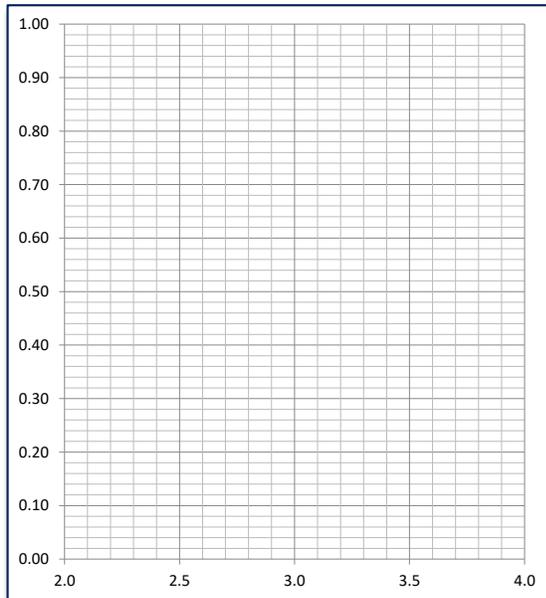
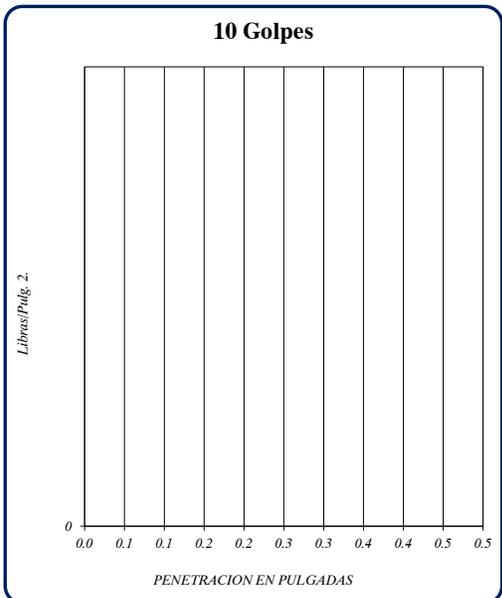
SOLICITA : BACH.VICTOR FREDY DAZA CECILIO
 CANTERA : SUB RASANTE- CI, PROG. 4+000,SUELO NATURAL

COMPACTACION : TIPO C
 FECHA :



DENSIDAD SECA = 0.000 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 0.0 %
 CBR a 0.2" = 0 %

DENSIDAD SECA = 0.000 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 0.0 %
 CBR a 0.2" = 0 %



DENSIDAD SECA = 0.000 gr/cm³.
 CBR a 0.1" = 0.0 %
 CBR a 0.2" = 0.0 %

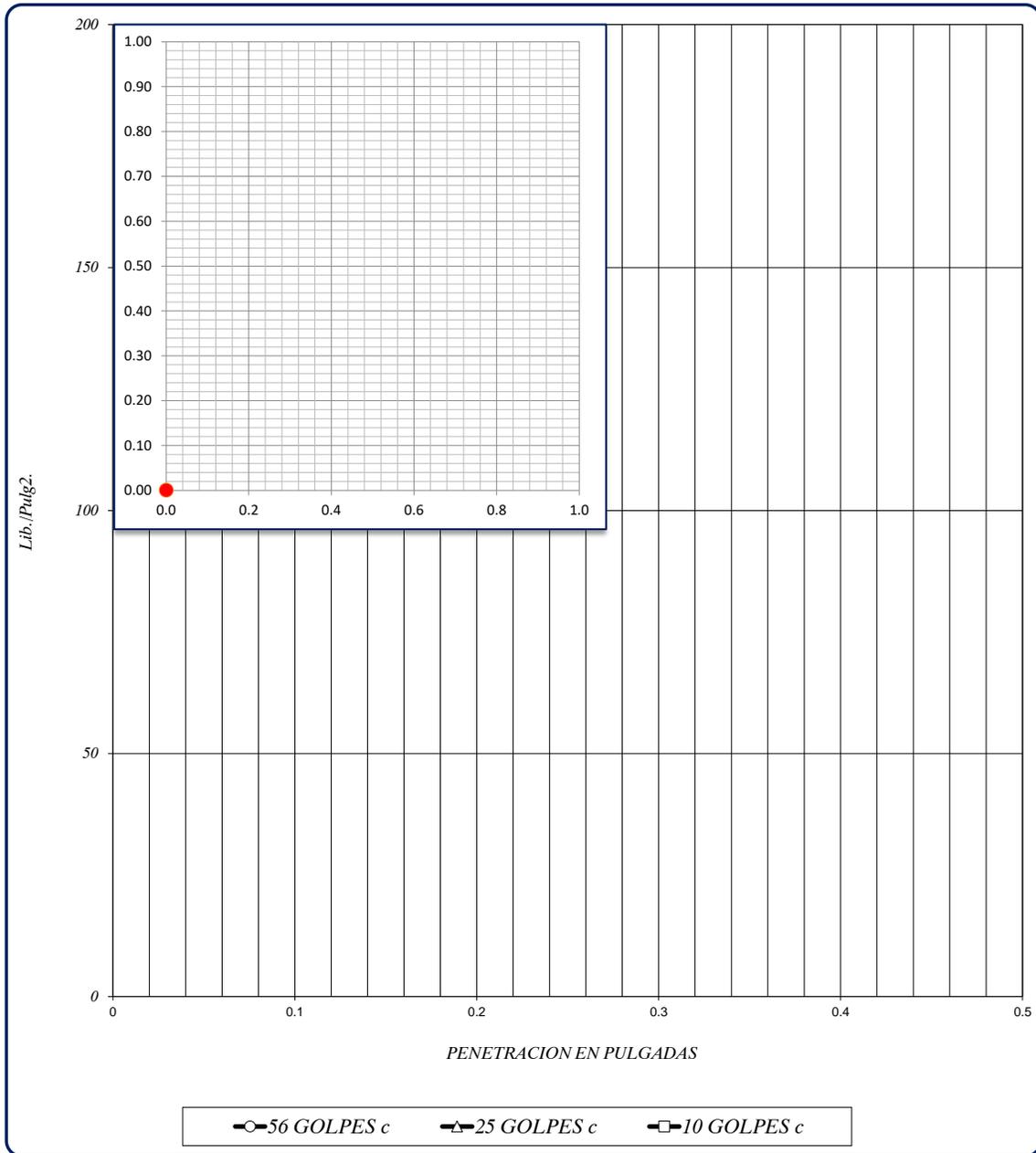
RESULTADOS DEL ENSAYO:
 CBR CON 56 GOLPES = 0.0 % 0.000 gr/cm³.
 CBR CON 25 GOLPES = 0.0 % 0.000 gr/cm³.
 CBR CO 10 GOLPES = 0.0 % 0.000 gr/cm³.
 CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX= 0.0 %
 CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX= 0.0 %

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

UBICACIÓN : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACASCHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
 CANTERA : SUB RASANTE- CI, PROG. 4+000, SUELO NATURAL

COMPACTACION : TIPO C
 FECHA :



56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES		CBR DE DISEÑO	
DENSIDAD SECA =	0.00 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA =	0.00 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA =	0.00 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.=	0.0 %
CBR a 0.1" =	0 %	CBR a 0.1" =	0.0 %	CBR a 0.1" =	0.0 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX.=	0.0 %
CBR a 0.2" =	0.0 %	CBR a 0.2" =	0.0 %	CBR a 0.2" =	0.0 %		



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO – PERÚ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: Ing. NILTON HURTADO PANEZ.

Especialidad: INGENIERIA Vial

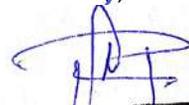
“calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PRECIPITACIONES PLUVIALES	Saturación de las muestras de arcilla	4	4	4	3
	Contenido de humedad de las muestras	4	4	4	4
	Peso de la muestra húmeda	4	4	4	4
	Peso de la muestra seca	4	4	4	4
CANTIDAD DE CEMENTO PORTLAND TIPO I	Aplicación del cemento portland tipo I al 1%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 3%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 5%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 7%	4	4	4	4
SUELO NATURAL	Se determina los límites de aterberg en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo natural	4	4	4	4
SUELO ESTABILIZADO	Se determina los límites de aterberg en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo estabilizado	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()




Firma y sello del experto



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO – PERÚ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: ING. ALICIA M. ARRATEA CASTRO Especialidad: INGENIERIA VIAL

“calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PRECIPITACIONES PLUVIALES	Saturación de las muestras de arcilla	4	4	3	3
	Contenido de humedad de las muestras	4	4	4	3
	Peso de la muestra húmeda	4	4	4	3
	Peso de la muestra seca	4	4	4	4
CANTIDAD DE CEMENTO PORTLAND TIPO I	Aplicación del cemento portland tipo I al 1%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 3%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 5%	4	3	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 7%	4	4	4	4
SUELO NATURAL	Se determina los límites de aterberg en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo natural	4	4	4	4
SUELO ESTABILIZADO	Se determina los límites de aterberg en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo estabilizado	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()

CONSORCIO CRUZ DEL SUR

Ing. Alicia M. ARRATEA CASTRO
CIP N° 66620
RESIDENTE

Firma y sello del experto



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO – PERÚ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: ING. JORGE ZEVALLOS HUARANGA.

Especialidad: DOCENCIA UNIVERSITARIA.

“calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PRECIPITACIONES PLUVIALES	Saturación de las muestras de arcilla	4	4	4	4
	Contenido de humedad de las muestras	4	4	4	4
	Peso de la muestra húmeda	4	4	4	4
	Peso de la muestra seca	4	4	4	4
CANTIDAD DE CEMENTO PORTLAND TIPO I	Aplicación del cemento portland tipo I al 1%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 3%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 5%	4	4	4	4
	Aplicación del cemento portland tipo I al 7%	4	4	4	4
SUELO NATURAL	Se determina los límites de aterberg en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo natural	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo natural	4	4	4	4
SUELO ESTABILIZADO	Se determina los límites de aterberg en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina el OCH y DMS, en suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la expansión en el suelo estabilizado	4	4	4	4
	Se determina la capacidad de soporte(cbr) en suelo estabilizado	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado: SI (X) NO ()

Mg Jorge Zevallos Huaranga

Firma y sello del experto

Validación mediante el certificado de calibración de los instrumentos

Certificado de calibración Cazuela Casagrande



LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 104-2021 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30

1. SOLICITANTE : CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C

DIRECCIÓN : JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA : W&F
 MODELO : NO PRESENTA
 NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA
 ALCANCE DE : NO PRESENTA
 DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS
 FECHA DE INSPECCIÓN : 2021-04-30

PROCEDENCIA : NO PRESENTA
 IDENTIFICACIÓN : (*) 027
 TIPO : MANUAL
 UBICACIÓN : LABORATORIO

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE MASA Y LONGITUD DE **G&L LABORATORIO S.A.C.**
 AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.7	23.7
Humedad Relativa %HR	65	65

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
 El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	215,70	g
Espesor de la copa	2,06	mm
Profundidad de la copa	24,9	mm
Altura de la base	46,36	mm
Ancho de la base	123,40	mm
Longitud de la base	146,82	mm

Tec. Guillermo Antonio Panman Poquioma.
 Responsable del Laboratorio de Metrología.

G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.



☎ Teléfono:
 (01) 622 - 5814
 📞 Celular:
 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
 laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
 servicios@gyllaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C.**



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 105-2021 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30

1. SOLICITANTE : CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C

DIRECCIÓN : JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE: 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

MARCA	: HUMBOLDT	PROCEDENCIA	: USA
MODELO	: NO PRESENTA	IDENTIFICACIÓN	: (*) 026
NÚMERO DE SERIE	: NO PRESENTA	TIPO	: MANUAL
ALCANCE DE	: NO PRESENTA	UBICACIÓN	: LABORATORIO
DIV. DE ESCALA	: 1 VUELTAS		
FECHA DE INSPECCIÓN	: 2021-04-30		

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCION

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La verificación se realizó en el LAB. DE MASA Y LONGITUD DE **G&L LABORATORIO S.A.C.**
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.6	23.7
Humedad Relativa %HR	65	65

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	197,00	g
Espesor de la copa	2,04	mm
Profundidad de la copa	27,09	mm
Altura de la base	49,46	mm
Ancho de la base	126,52	mm
Longitud de la base	150,37	mm

Tec. Gilmar Antonio Herman Poquioma.
Responsable del Laboratorio de Metrología.

G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: GAL LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(*) Este certificado de inspección expresa firmemente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C**

Certificado de calibración Balanza I y II



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 102-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30

1. SOLICITANTE : **CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C**

DIRECCIÓN : JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

MARCA : AND

MODELO : EK-6100i

NÚMERO DE SERIE : 6A4400809

ALCANCE DE INDICACIÓN : 6000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : KOREA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-30

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 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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DE G&L LABORATORIO S.A.C
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA


Gilmer Antonio Huacari Poquioma
Responsable de Metrología



Teléfono:
(01) 522 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
METROLOGÍA ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 102-2021 GLM

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CC - 2502 - 2019

7. OBSERVACIONES

Para 6000 g la balanza indicó 5985.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010.

Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3,000.0 g			Carga L2= 6,000.0 g		
	kg	Δ L (mg)	E (mg)	kg	Δ L (mg)	E (mg)
1	2,999.5	60	-210	5,999.5	60	-210
2	2,999.5	40	-190	5,999.5	50	-200
3	2,999.5	60	-210	5,999.5	40	-190
4	2,999.5	40	-190	5,999.5	50	-200
5	2,999.5	60	-210	5,999.5	40	-190
6	2,999.5	50	-200	5,999.5	50	-200
7	2,999.5	40	-190	5,999.5	40	-190
8	2,999.5	50	-200	5,999.5	60	-210
9	2,999.5	60	-210	5,999.5	50	-200
10	2,999.5	50	-200	5,999.5	40	-190
Error máximo			20	20		
Error máximo permitido ±			300 mg	± 300 mg		



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 102-2021 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	(kg)	Δ L (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	(kg)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	1,999.8	50	-200	-200
2		1.0	40	10		1,999.7	40	-290	-300
3		1.0	50	0		1,999.8	50	-200	-200
4		1.0	40	10		2,000.0	40	10	0
5		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*)
	(kg)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	(kg)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
1.0	1.0	50	0						100
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200
2,000.0	2,000.0	50	0	0	2,000.0	40	10	10	200
3,000.0	2,999.8	50	-200	-200	2,999.8	50	-200	-200	300
4,000.0	3,999.9	40	-90	-90	3,999.9	40	-90	-90	300
5,000.0	4,999.9	50	-100	-100	4,999.9	50	-100	-100	300
6,000.0	5,999.8	50	-200	-200	5,999.8	50	-200	-200	300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,918E-08 \times R$$

$$U_p = 2 \sqrt{018E-04 g^2 + 834E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xi = 10^{xi} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



☎ Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 100-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-04-30
1. SOLICITANTE	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C
DIRECCIÓN	: JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA
MARCA	: AND
MODELO	: FX-300i
NÚMERO DE SERIE	: 15701311
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 320 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.001 g
DIVISION DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.01 g
PROCEDENCIA	: KOREA
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-04-24

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 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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C
JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS



☎ Teléfono:
011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C**



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 100-2021 GLM

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22.3 °C	23.6 °C
Humedad Relativa	43 %	45 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 320 g la balanza indicó 309.907 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NEVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1=	150.000 g		Carga L2=			300.000 g
		kg	ΔL (g)	E (g)	kg	ΔL (g)	
1	150.007	0.005	0.003	300.005	0.005	0.000	
2	150.007	0.006	0.002	300.005	0.006	-0.001	
3	150.007	0.005	0.003	300.005	0.006	-0.001	
4	150.007	0.006	0.002	300.005	0.005	0.000	
5	150.007	0.005	0.003	300.005	0.006	-0.001	
6	150.007	0.005	0.003	300.005	0.006	-0.001	
7	150.007	0.006	0.002	300.005	0.005	0.000	
8	150.007	0.006	0.002	300.005	0.005	0.000	
9	150.007	0.005	0.003	300.005	0.005	0.000	
10	150.007	0.005	0.003	300.005	0.006	-0.001	
Error máximo				0.001	0.001		
Error máximo permitido \pm				0.020 g	\pm 0.030 g		



☎ Teléfono:
011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

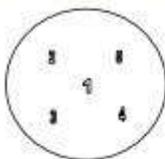
✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 100-2021 GLM

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final
23.1 23.5

Posición de la Carga	Determinación de E _p				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	R(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	R(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.000	1.000	0.005	-0.005	100.000	100.004	0.005	0.000	0.005
2		1.000	0.005	-0.005		100.004	0.005	0.000	0.004
3		1.000	0.005	-0.005		100.007	0.005	0.002	0.005
4		1.000	0.005	-0.005		100.006	0.005	0.001	0.005
5		1.000	0.005	-0.005		100.004	0.005	0.000	0.004

(*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final
23.5 23.5

Carga (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	R(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	R(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
1.000	1.000	0.005	-0.005						0.010
2.000	2.000	0.005	-0.005	0.000	2.000	0.005	-0.005	0.000	0.010
5.000	5.000	0.005	-0.005	0.000	5.000	0.005	-0.005	0.000	0.010
10.000	9.999	0.005	-0.005	-0.001	9.999	0.005	-0.005	-0.001	0.010
30.000	29.998	0.005	-0.005	-0.002	29.998	0.005	-0.005	-0.002	0.010
50.000	49.999	0.005	-0.005	-0.001	49.999	0.005	-0.005	-0.002	0.010
100.000	99.998	0.005	-0.005	-0.002	99.998	0.005	-0.005	-0.002	0.020
150.000	150.007	0.005	0.002	0.005	150.007	0.005	0.003	0.007	0.020
200.000	199.999	0.005	-0.005	-0.001	199.999	0.005	-0.007	-0.002	0.020
300.000	299.999	0.005	-0.005	-0.002	299.999	0.005	-0.005	-0.002	0.030
320.000	320.005	0.005	-0.001	0.004	320.005	0.005	-0.001	0.004	0.030

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 454E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{053E-08 \text{ g}^2 + 009E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza M: Carga incremental E: Error en cero Ec: Error corregido
 Número de tipo Científico E-xi = 10^{xi} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



☎ Teléfono:
 (01) 622 - 5814
 📱 Celular:
 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
 laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
 servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.

Certificado de Calibración de balanza III



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 099-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-04-30
1. SOLICITANTE	: CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C
DIRECCIÓN	: JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA
MARCA	: OHAUS
MODELO	: R21PE30ZH
NÚMERO DE SERIE	: B845372627
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30000 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 10 g
PROCEDENCIA	: CHINA
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-04-24

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 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.

G & L LABORATORIO 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. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C
JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES HUANUCO – AMARILIS


Gilmer Antonio Huamán Poquioma
Responsable de Metrología



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
☎ Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **C&L LABORATORIO S.A.C.**



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 099 - 2021 GLM

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22.5 °C	22.5 °C
Humedad Relativa	39 %	39 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29972 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	Temp. (°C)	kg	E(g)	kg	ΔL(g)	E(g)
1	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	-0.1
2	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
3	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
4	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
5	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
6	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	-0.1
7	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	-0.1
8	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	-0.1
9	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
10	22.5	14.999	0.5	30.000	0.5	0.0
Error máximo permitido			± 0.1	± 0.1		
Error máximo permitido			± 20 g	± 30 g		



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **C&L LABORATORIO S.A.C.**



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 099 - 2021 GLM

Página 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Temp. (°C)	Inicial	Final
	22.5	22.5

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga máxima (g)	R(g)	ΔL(g)	E(g)	Carga (g)	R(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	9,999	0.5	-1.0	-1.0
2		10	0.5	0.0		9,999	0.4	-0.9	-0.9
3		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0
4		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0
5		10	0.5	0.0		9,999	0.4	-0.9	-0.9

(*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	22.5	22.5

Carga L(g)	INCREMENTES				DECREMENTES				ε(máx. (**)) ±(g)
	R(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	R(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	4,999	0.6	-1.1	-1.1	4,999	0.5	-1.0	-1.0	10
10,000	9,999	0.5	-1.0	-1.0	9,999	0.5	-1.0	-1.0	20
15,000	14,999	0.5	-1.0	-1.0	14,999	0.5	-1.0	-1.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R + 2,645E-08 \times R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 045E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx * 10^{yy} (Ejemplo: E-05 * 10⁵)



Teléfono:
(01) 522 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 277 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.

Certificado de Calibración- Laboratorio de Fuerza



LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

Rangos

Measurement range

FABRICANTE

Manufacturer

Modelo

Model

Serie

Identification number

Ubicación de la máquina

Location of the machine

Norma de referencia

Norm or used reference

Intervalo calibrado

Calibrated interval

Solicitante

Customer

Dirección

Address

Ciudad

City

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Measurement standard

Tipo / Modelo

Type / Model

Rangos

Measurement range

Fabricante

Manufacturer

No. serie

Identification number

Certificado de calibración

Calibration certification

Incertidumbre de medida

Uncertainty of measurement

Método de calibración

Method of calibration

Unidades de medida

Units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN

Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of the certificate including annexes

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signatures


Téc. Supervisor, **Huamán Poquioma**
Responsable del Laboratorio de Metrología

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

5 000 kgf

Pág. 1 de 3

HIGH WEIGHT (INDICADOR) / PYS EQUIPOS (MARCO)

315 – X8 (INDICADOR) / NO PRESENTA (MARCO)

985268763 (INDICADOR) / NO PRESENTA (MARCO)

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE CONSULTORA Y

CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)

Del 10% al 100% del Rango

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA GEO ESTRUCTURAS S.A.C

JR. LOS EUCALIPTOS MZA. F LOTE. 25 URB. LOS PORTALES

HUANUCO – AMARILIS

HUANUCO

T71P / DEF – A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC – 2046 – 2020

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2021 – 04 – 24

2021 – 04 – 30

3



☎ Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
932 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

✉ Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C.**



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 098-2021 GLF

Pág. 2 de 3

Método de Calibración:
Tipo de Instrumento:

FUERZA INDICADA CONSTANTE
MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN **Resolución:** 0.02 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kgf	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	500.0	499.4	502.6		501.7	
20	1000.0	998.7	1008.8		1006.5	
30	1500.0	1564.2	1516.9		1509.4	
40	2000.0	2007.1	2030.0		2022.4	
50	2500.0	2521.8	2517.6	No Aplica	2508.0	No Aplica
60	3000.0	3038.9	3067.8		3055.4	
70	3500.0	3512.9	3516.2		3513.2	
80	4000.0	4086.1	4019.5		4033.4	
90	4500.0	4516.7	4552.0		4528.3	
100	5000.0	5041.2	5036.4		5018.7	
Indicación después de Carga:		0.0	0.0		0.0	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	500.0	-0.25	0.64			0.004	0.393
20	1000.0	-0.46	1.01			0.002	0.616
30	1500.0	-1.97	3.58			0.001	2.244
40	2000.0	-0.98	1.13			0.001	0.674
50	2500.0	-0.63	0.55	No Aplica	No Aplica	0.001	0.339
60	3000.0	-1.77	0.95			0.001	0.557
70	3500.0	-0.40	0.09			0.001	0.115
80	4000.0	-1.15	1.65			0.001	1.007
90	4500.0	-0.71	0.78			0.000	0.469
100	5000.0	-0.64	0.45			0.000	0.289
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 22.6 °C
Temperatura Máxima: 22.6 °C

Humedad Mínima: 39.0 %Hr
Humedad Máxima: 39.0 %Hr



Teléfono:
011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 098-2021 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
1,97	3,58	No Aplica	No Aplica	0,00	0,002

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE NO CLASIFICA Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PLUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" - Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC - 2046 - 2020.

OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 098-2021 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Gilmer A. Huéman Poquioma
Responsable de Metrología



Teléfono:
011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

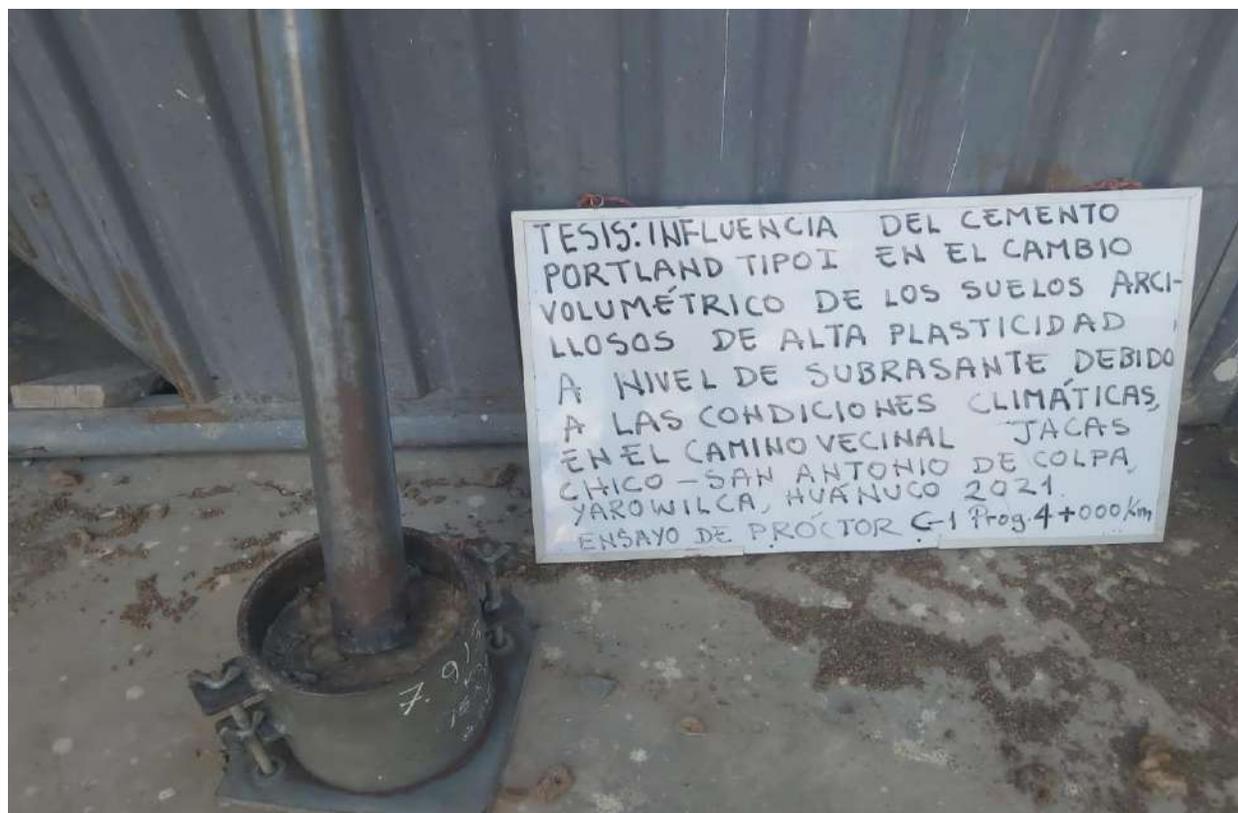
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.

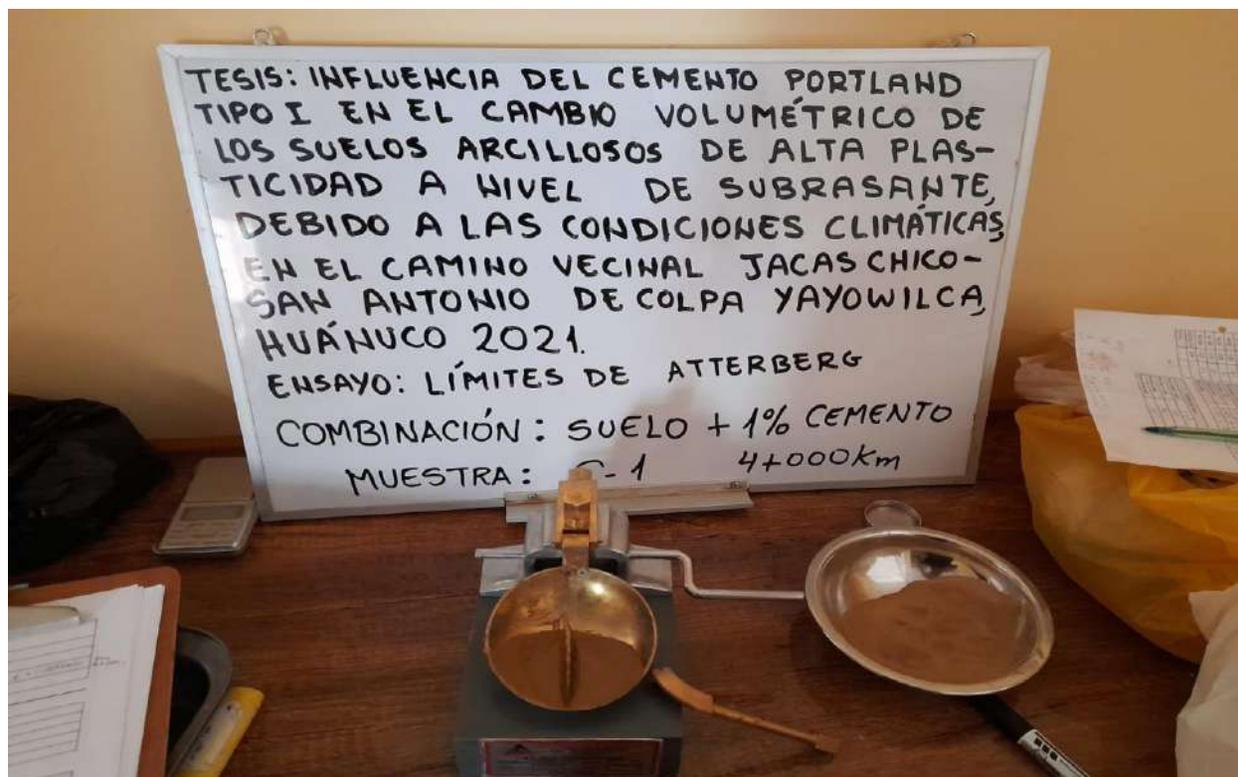
ANEXO 5. PANEL FOTOGRÁFICO

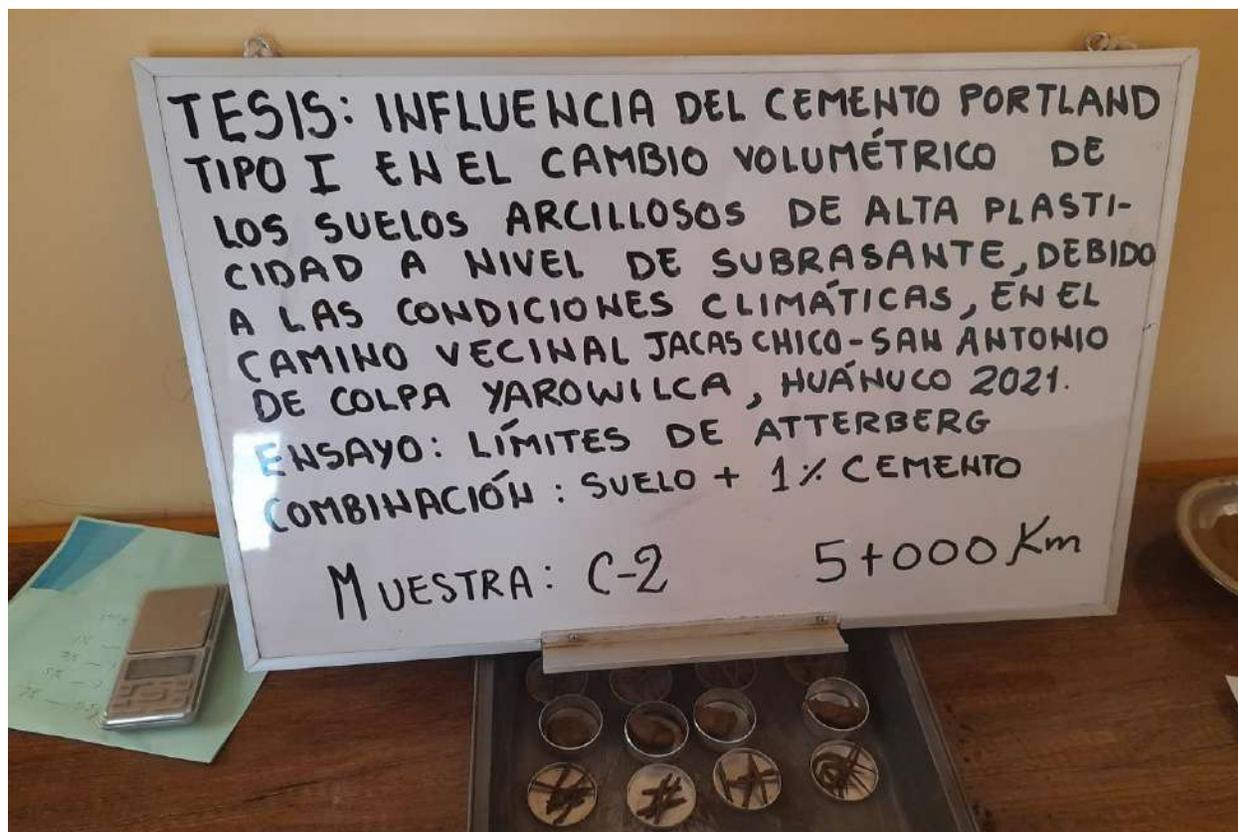












ANEXO 6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : SUB RASANTE

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : SUB RASANTE

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS DE LA MUESTRA SUB RASANTE									
MUESTRA	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN	
	GRAVAS	ARENAS	FINOS	LL	LP	IP		SUCS	AASHTO
C-1	0.00%	21.13%	78.87%	52.76%	24.95%	27.81%	35.32%	CH	A-7-6
C-2	0.00%	7.09%	92.91%	55.17%	21.91%	33.26%	32.75%	CH	A-7-6
C-3	0.00%	6.76%	93.24%	59.07%	22.20%	36.87%	19.79%	CH	A-7-6
C-4	0.00%	3.99%	96.01%	54.19%	17.74%	36.45%	18.96%	CH	A-7-6

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN						
PUNTO	SUCS	AASHTO	FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
C-1	CH	A-7-6	78.87%	52.76%	27.81%	ALTA
C-2	CH	A-7-6	92.91%	55.17%	33.26%	MUY ALTA
C-3	CH	A-7-6	93.24%	59.07%	36.87%	MUY ALTA
C-4	CH	A-7-6	96.01%	54.19%	36.45%	MUY ALTA

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS DE LA MUESTRA SUB RASANTE					
MUESTRA	CLASIFICACIÓN		PROCTOR		
	SUCS	AASHTO	MÉTODO	DMS	HUM. OPT.
C-1	CH	A-7-6	A	2.03gr/cm ³	11.93%
C-2	CH	A-7-6	A	1.86gr/cm ³	10.50%
C-3	CH	A-7-6	A	1.77gr/cm ³	13.93%
C-4	CH	A-7-6	A	1.87gr/cm ³	15.14%

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA
DE TESIS : PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS
UBICACIÓ : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
MUESTRA : C-1 PROG. 4+000KM
FECHA : 22 DE JUNIO DEL 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

Nº DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	486.50gr	498.70gr
PESO SECO + TARA	471.30gr	483.20gr
PESO DE LA TARA	136.50gr	144.50gr
PESO DEL AGUA	15.20gr	15.50gr
HUMEDAD	4.54%	4.58%
PROMEDIO	4.56%	

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
CALICATA : C-1 **PROG. 4+000KM**
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128 - ASTM D-422

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido Acum (%)	Retenido Parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.05	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
No 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
No 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
No 20	0.84	26.70	98.89	1.11	1.11
No 30	0.59	36.30	97.37	2.63	1.52
No 40	0.43	87.00	93.74	6.26	3.63
No 50	0.30	193.80	85.65	14.35	8.09
No 60	0.25	45.70	83.74	16.26	1.91
No 100	0.15	65.30	81.01	18.99	2.73
No 200	0.07	51.30	78.87	21.13	2.14
CAZOLETA	0.00	1888.9	0.00	100.00	78.87
TOTAL		2395.00			

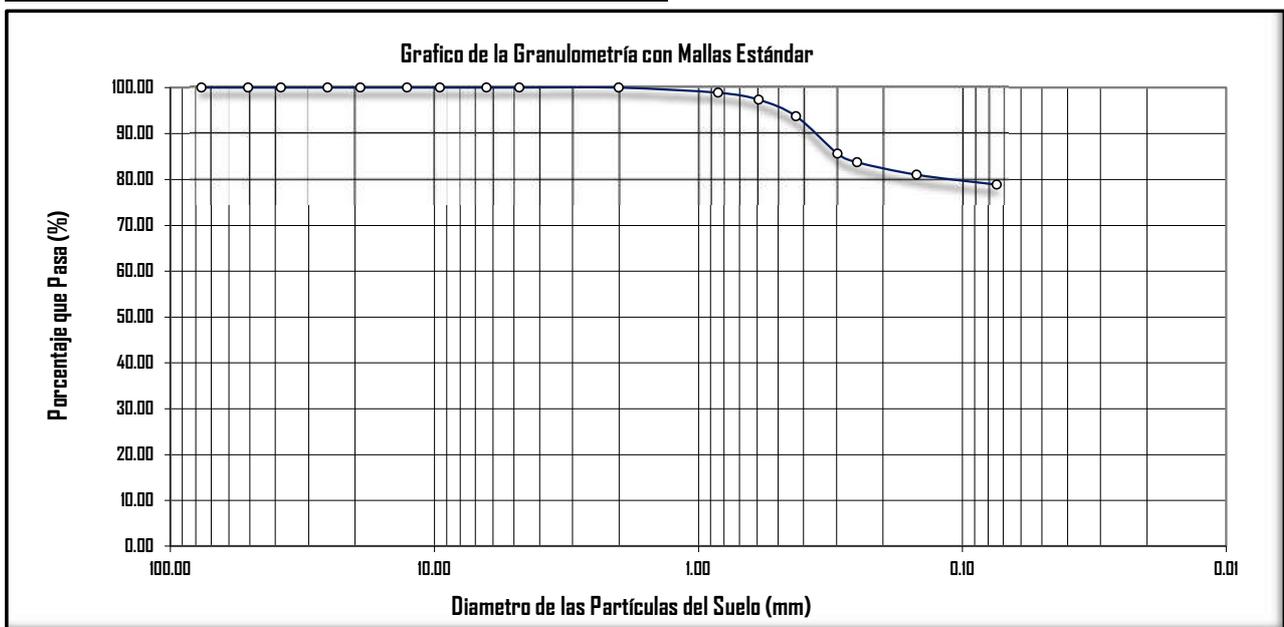
Peso de la muestra Húmeda		3649.00 gr	
Peso de la muestra Seca		2803.00 gr	
Peso de la muestra Seca Lavada		914.10 gr	
Peso de la Tara		408.00 gr	

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite líquido LL	52.76%	Cantidad de Grava	0.00%
Límite plástico LP	24.95%	Cantidad de Arena	21.13%
Ind. de Plasticidad IP	27.81%	Cant. de Limo-Arcilla	78.87%
Material granular equivalente a:		21.13%	

Pasa tamiz Nº 4 :	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200:	78.87 %
D60 (diámetro efectivo):	mm
D30 (diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:

Humedad: 35.32%



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

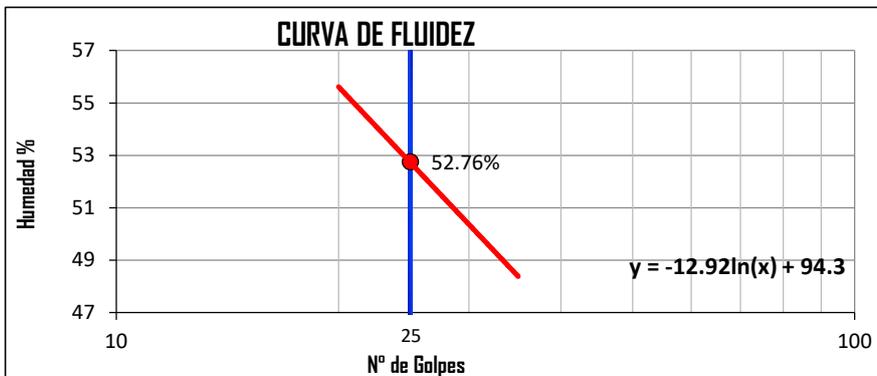
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-1 **PROG. 4+000KM**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	20	23	28	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	26.79	27.67	32.02	32.10	S. Humedo + Tarro	12.66	12.60	12.77	12.51
S. seco + Tarro	21.14	21.85	25.02	25.18	S. seco + Tarro	11.42	11.33	11.53	11.30
Peso de Tarro	11.05	11.07	11.03	11.08	Peso de Tarro	6.50	6.35	6.32	6.54
Peso del Agua	5.65	5.82	7.00	6.92	Peso del Agua	1.24	1.27	1.24	1.20
Peso de Suelo Seco	10.09	10.79	13.99	14.10	Peso de Suelo Seco	4.92	4.98	5.21	4.76
HUMEDAD %	56.00	53.92	50.06	49.08	HUMEDAD %	25.16	25.44	23.89	25.29



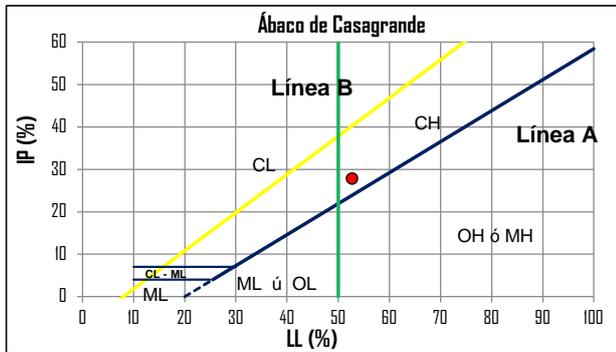
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 52.76%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 24.95%

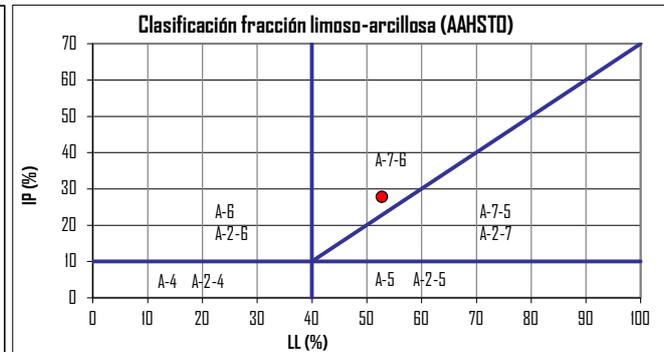
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 27.81%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelos de grano fino. Limos y arcillas.

CH Arcilla gruesa arenosa

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales de limo y arcilla

Regular a malo

A-7-B Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo:

0

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA DE TESIS
PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

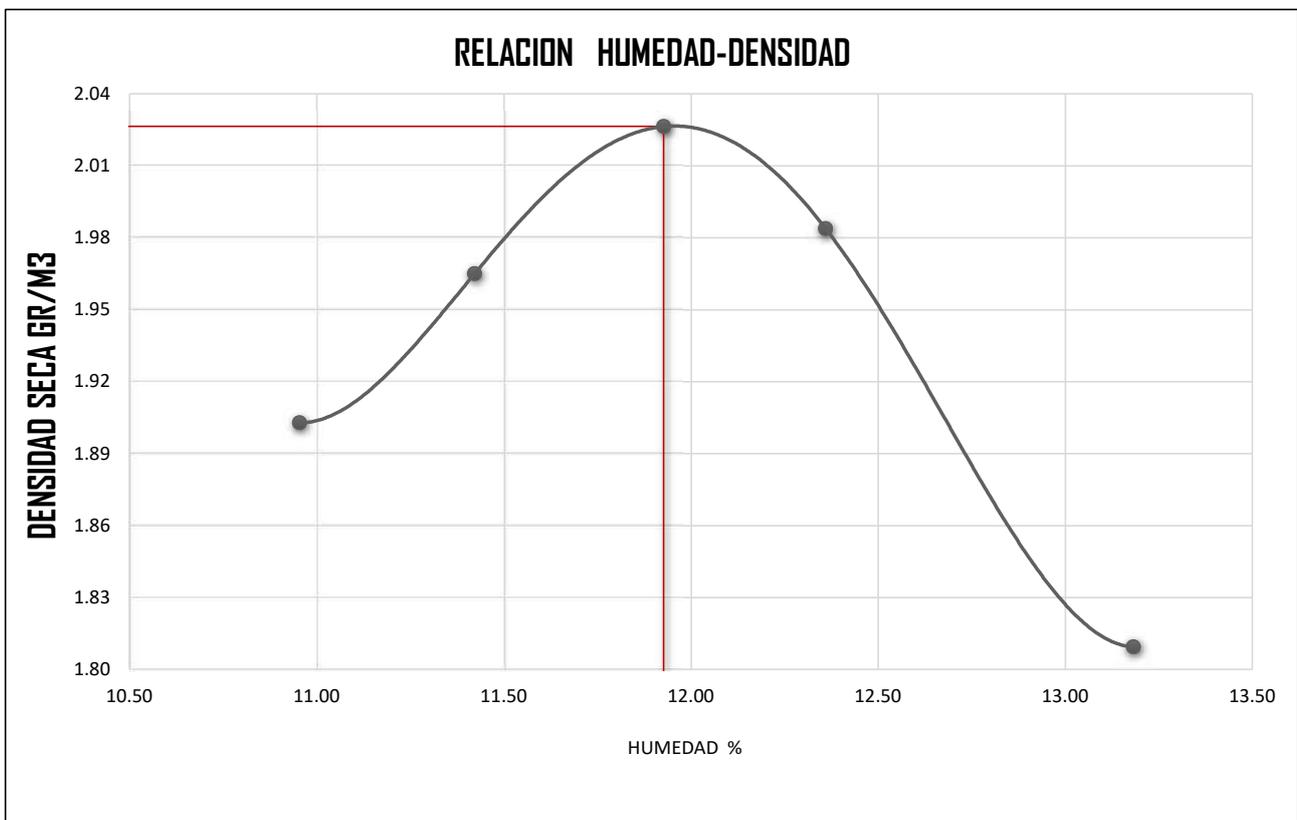
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-1 PROG. 4+000KM

FECHA : OCTUBRE DEL 2021

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso de muestra húmeda + molde	gr.	10047	10185	10324	10255	9935
Peso del molde	gr.	6316	6316	6316	6316	6316
Peso de la muestra húmeda	gr.	3731	3869	4008	3939	3619
Volúmen del molde	cm ³	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.111	2.189	2.268	2.229	2.048
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	353.00	634.50	282.00	658.70	289.00
Peso muestra seca + tara	gr.	322.00	584.20	256.00	602.70	260.00
Peso de la tara	gr.	39.00	143.80	38.00	149.60	40.00
Peso del agua	gr.	31.00	50.30	26.00	56.00	29.00
Peso de la muestra seca	gr.	283.00	440.4	218	453.1	220
Contenido de humedad	%	10.95	11.42	11.93	12.36	13.18
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.90	1.97	2.03	1.98	1.81



DMS= 2.03gr/cm³

HUM. OPT.= 11.93%

PROYECTO DE TESIS : **INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021**

UBICACIÓN : **CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO**

SOLICITA : **BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO**

MUESTRA : **C-2** **PROG. 5+000KM**

FECHA : **SETIEMBRE DEL 2021**

C-2

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓ : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-2 PROG. 4+250KM

FECHA : 22 DE JUNIO DEL 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

Nº DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	562.30gr	444.80gr
PESO SECO + TARA	544.50gr	432.40gr
PESO DE LA TARA	143.20gr	137.60gr
PESO DEL AGUA	17.80gr	12.40gr
HUMEDAD	4.44%	4.21%
PROMEDIO	4.32%	

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
CALICATA : C-2 PROG. 4+250KM
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128 - ASTM D-422

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido Acum (%)	Retenido Parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.05	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
No 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
No 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
No 20	0.84	0.00	100.00	0.00	0.00
No 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
No 40	0.43	32.20	98.90	1.10	1.10
No 50	0.30	16.00	98.35	1.65	0.55
No 60	0.25	56.90	96.40	3.60	1.95
No 100	0.15	37.30	95.12	4.88	1.28
No 200	0.07	64.50	92.91	7.09	2.21
CAZOLETA	0.00	2710.6	0.00	100.00	92.91
TOTAL		2917.50			

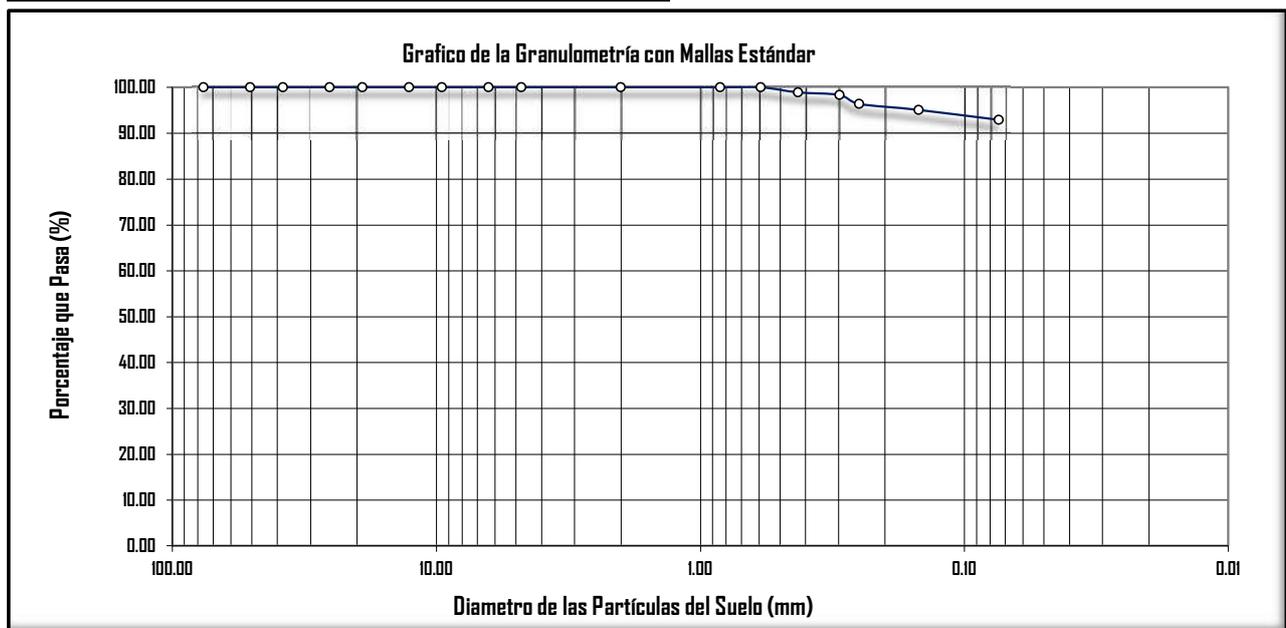
Peso de la muestra Húmeda		4279.00 gr	
Peso de la muestra Seca		3323.50 gr	
Peso de la muestra Seca Lavada		612.90 gr	
Peso de la Tara		406.00 gr	

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite líquido LL	55.17%	Cantidad de Grava	0.00%
Límite plástico LP	21.91%	Cantidad de Arena	7.09%
Ind. de Plasticidad IP	33.26%	Cant. de Limo-Arcilla	92.91%
Material granular equivalente a:		7.09%	

Pasa tamiz Nº 4 :	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200:	92.91 %
D60 (diámetro efectivo):	mm
D30 (diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:

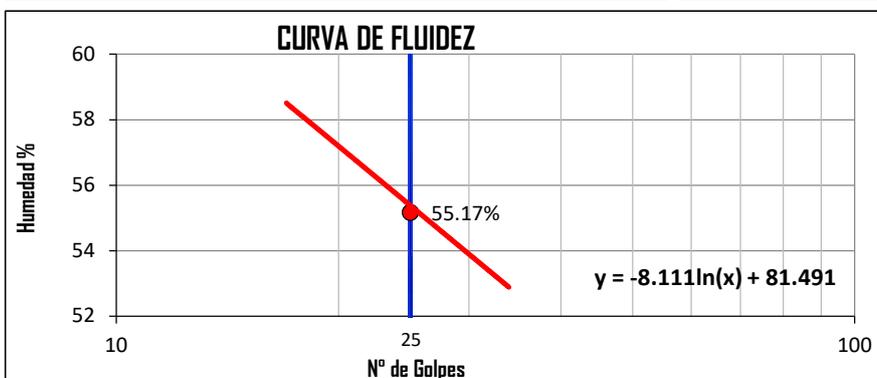
Humedad: **32.75%**



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
CALICATA : C-2 PROG. 4+250KM
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

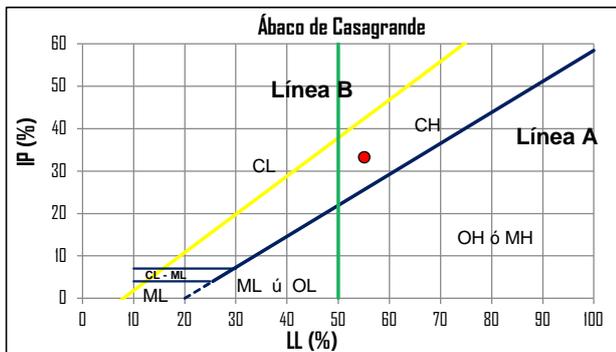
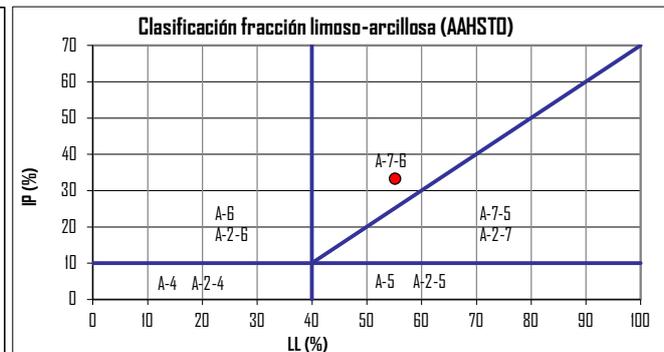
LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	20	28	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	29.74	32.50	29.40	36.59	S. Humedo + Tarro	11.94	12.74	12.44	12.73
S. seco + Tarro	22.79	24.86	22.80	27.94	S. seco + Tarro	10.96	11.63	11.44	11.54
Peso de Tarro	11.03	11.09	11.19	11.17	Peso de Tarro	6.42	6.58	6.86	6.15
Peso del Agua	6.95	7.64	6.60	8.65	Peso del Agua	0.98	1.11	1.00	1.19
Peso de Suelo Seco	11.76	13.77	11.61	16.77	Peso de Suelo Seco	4.54	5.05	4.58	5.39
HUMEDAD %	59.14	55.49	56.85	51.57	HUMEDAD %	21.60	21.97	21.94	22.14


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 55.17%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 21.91%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 33.26%


CLASIFICACIÓN (SUCS)

CLASIFICACIÓN AASHTO

Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelos de grano fino. Limos y arcillas

CH Arcilla gruesa
Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales de limo y arcilla

Regular a malo

A-7-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo:

0

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA DE TESIS
DE TESIS : PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

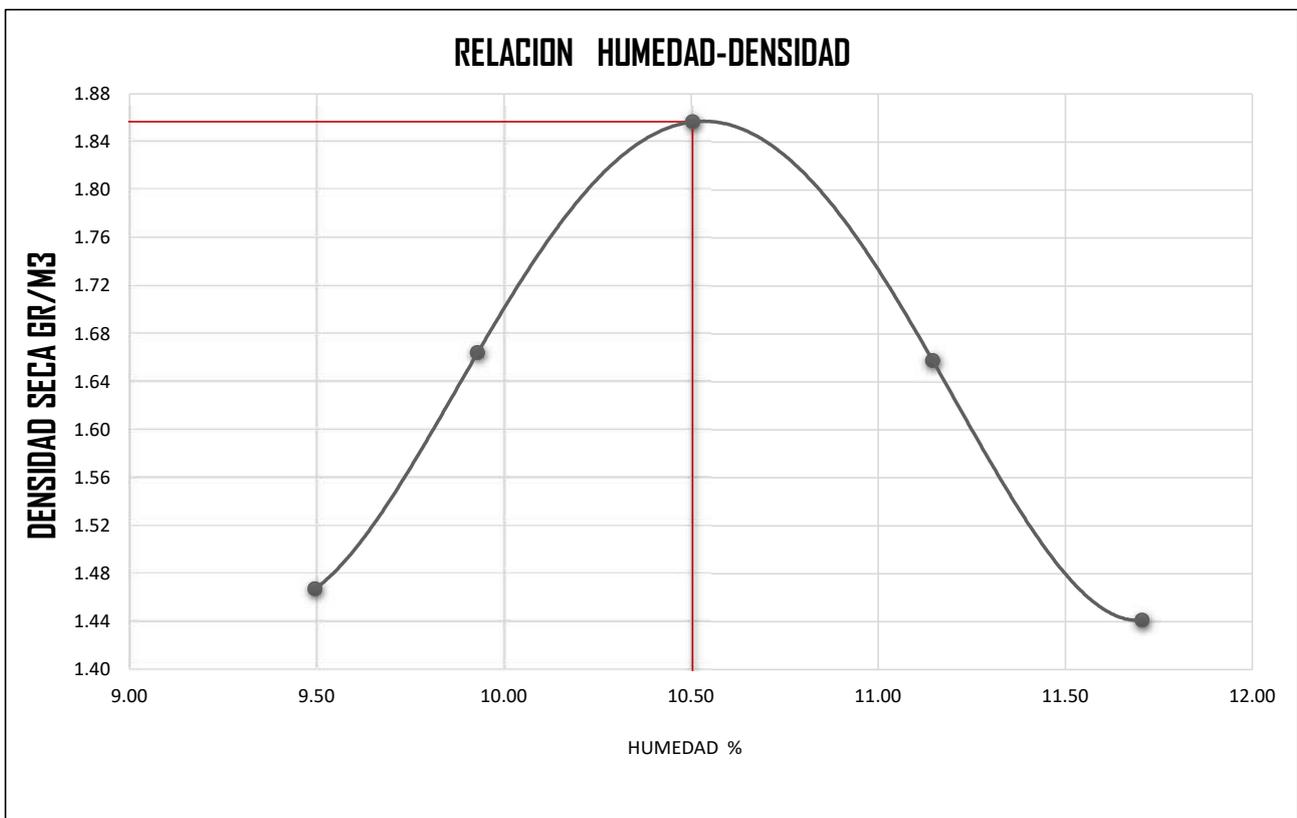
MUESTRA : C-2

PROG. 4+250KM

FECHA : OCTUBRE DEL 2021

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso de muestra húmeda + molde	gr.	9521	9915	9942	9938	9527
Peso del molde	gr.	6682	6682	6316	6682	6682
Peso de la muestra húmeda	gr.	2839	3233	3626	3256	2845
Volúmen del molde	cm ³	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.607	1.830	2.052	1.843	1.610
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	254.80	627.00	301.00	653.20	202.30
Peso muestra seca + tara	gr.	236.00	583.30	276.00	602.70	185.00
Peso de la tara	gr.	38.00	143.20	38.00	149.60	37.20
Peso del agua	gr.	18.80	43.70	25.00	50.50	17.30
Peso de la muestra seca	gr.	198.00	440.1	238	453.1	147.8
Contenido de humedad	%	9.49	9.93	10.50	11.15	11.71
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.47	1.66	1.86	1.66	1.44



DMS= 1.86gr/cm³

HUM. OPT.= 10.50%

PROYECTO DE TESIS : **INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021**

UBICACIÓN : **CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO**

SOLICITA : **BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO**

MUESTRA : **C-3** **PROG. 4+500KM**

FECHA : **SETIEMBRE DEL 2021**

MUESTRA - 3

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
CALICATA : C-3 **PROG. 4+500KM**
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128 - ASTM D-422

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido Acum (%)	Retenido Parcial (%)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	0.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	19.05	0.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.70	0.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.53	0.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.35	0.00	100.00	0.00	0.00
No 4	4.76	0.00	100.00	0.00	0.00
No 10	2.00	0.00	100.00	0.00	0.00
No 20	0.84	0.00	100.00	0.00	0.00
No 30	0.59	0.00	100.00	0.00	0.00
No 40	0.43	32.00	98.86	1.14	1.14
No 50	0.30	41.00	97.39	2.61	1.47
No 60	0.25	52.00	95.53	4.47	1.86
No 100	0.15	23.00	94.70	5.30	0.82
No 200	0.07	41.00	93.24	6.76	1.47
CAZOLETA	0.00	2606.0	0.00	100.00	93.24
TOTAL		2795.00			

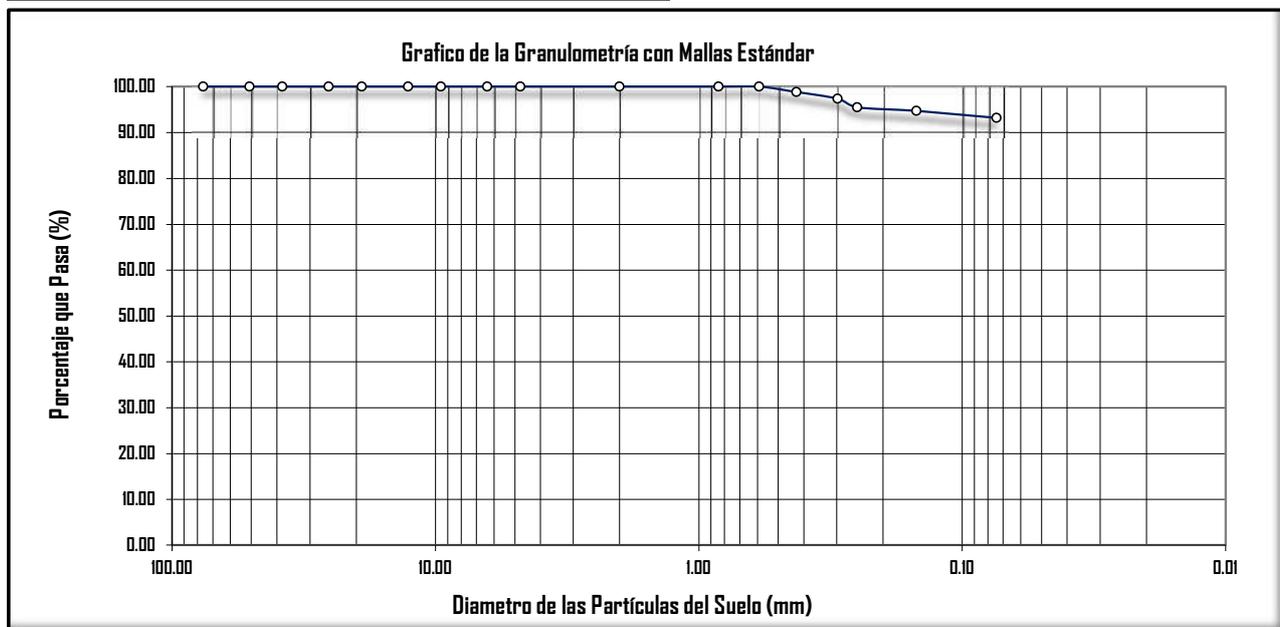
Peso de la muestra Húmeda		3750.00 gr
Peso de la muestra Seca		3197.00 gr
Peso de la muestra Seca Lavada		591.00 gr
Peso de la Tara		402.00 gr

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite líquido LL	59.07%	Cantidad de Grava	0.00%
Límite plástico LP	22.20%	Cantidad de Arena	6.76%
Ind. de Plasticidad IP	36.87%	Cant. de Limo-Arcilla	93.24%
Material granular equivalente a:		6.76%	

Pasa tamiz Nº 4 :	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200:	93.24 %
D60(díámetro efectivo):	mm
D30(díámetro efectivo):	mm
D10 (díámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:

Humedad: 19.79%



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

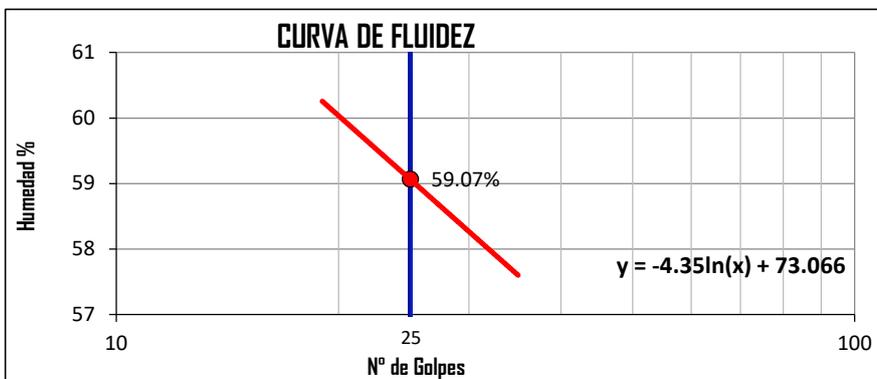
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-3 **PROG.** 4+500KM

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	19	23	28	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	36.14	33.93	38.52	31.89	S. Humedo + Tarro	12.65	12.72	11.94	12.64
S. seco + Tarro	26.69	25.36	28.42	24.24	S. seco + Tarro	11.50	11.62	10.92	11.45
Peso de Tarro	10.97	11.03	11.10	10.98	Peso de Tarro	6.26	6.66	6.33	6.15
Peso del Agua	9.45	8.57	10.10	7.65	Peso del Agua	1.15	1.10	1.02	1.19
Peso de Suelo Seco	15.72	14.34	17.32	13.26	Peso de Suelo Seco	5.24	4.96	4.60	5.31
HUMEDAD %	60.12	59.75	58.32	57.66	HUMEDAD %	22.01	22.26	22.14	22.38



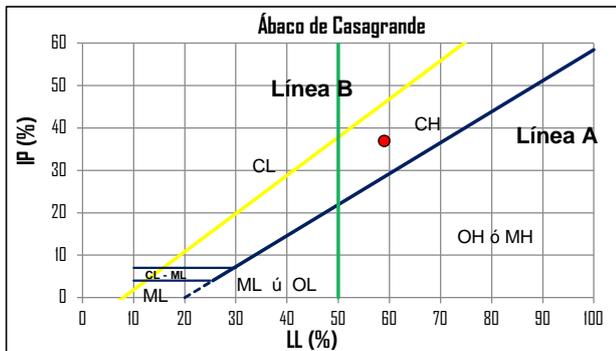
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 59.07%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 22.20%

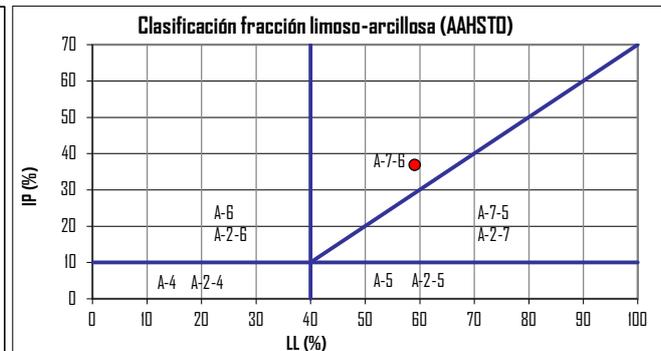
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) 36.87%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelos de grano fino. Limos y arcillas

CH Arcilla gruesa

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales de limo y arcilla

Regular a malo

A-7-B Suelo arcilloso

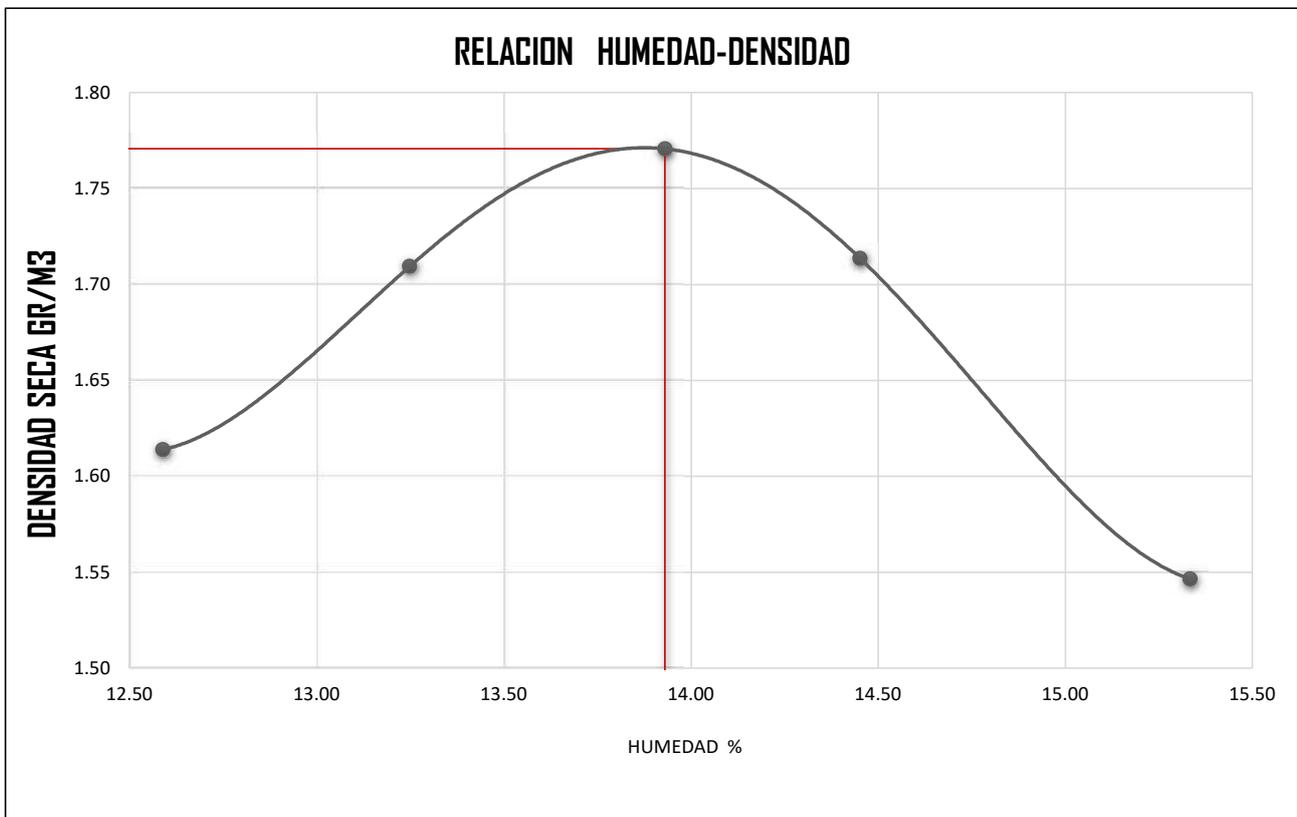
Valor del índice de grupo:

0

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA
DE TESIS : PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO -
 SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
MUESTRA : C-3 PROG. 4+500KM
FECHA : OCTUBRE DEL 2021

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso de muestra húmeda + molde	gr.	9527	9737	9881	9782	9468
Peso del molde	gr.	6316	6316	6316	6316	6316
Peso de la muestra húmeda	gr.	3211	3421	3565	3466	3152
Volúmen del molde	cm ³	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.817	1.936	2.017	1.961	1.784
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	323.10	632.70	266.00	562.60	212.00
Peso muestra seca + tara	gr.	291.00	575.60	238.00	508.80	189.00
Peso de la tara	gr.	36.00	144.60	37.00	136.50	39.00
Peso del agua	gr.	32.10	57.10	28.00	53.80	23.00
Peso de la muestra seca	gr.	255.00	431	201	372.3	150
Contenido de humedad	%	12.59	13.25	13.93	14.45	15.33
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.61	1.71	1.77	1.71	1.55



DMS= 1.77gr/cm³

HUM. OPT.= 13.93%

PROYECTO DE TESIS : **INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021**

UBICACIÓN : **CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO**

SOLICITA : **BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO**

MUESTRA : **C-4** **PROG. 4+750KM**

FECHA : **SETIEMBRE DEL 2021**

MUESTRA - 4

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA
DE TESIS : PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO
UBICACIÓ : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
MUESTRA : C-4 PROG. 4+750KM
FECHA : 22 DE JUNIO DEL 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

Nº DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	642.60gr	487.40gr
PESO SECO + TARA	619.80gr	472.60gr
PESO DE LA TARA	141.80gr	146.00gr
PESO DEL AGUA	22.80gr	14.80gr
HUMEDAD	4.77%	4.53%
PROMEDIO	4.65%	

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

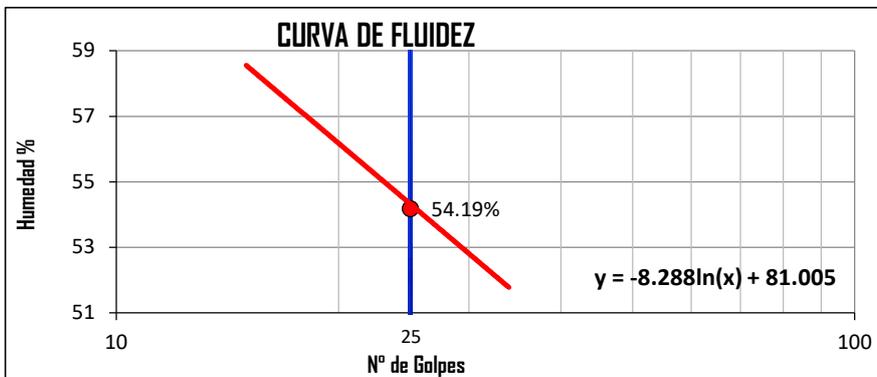
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-4 PROG. 4+750KM

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	23	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	26.92	22.11	23.22	20.63	S. Humedo + Tarro	12.29	11.95	11.90	12.57
S. seco + Tarro	18.83	15.82	16.58	15.23	S. seco + Tarro	11.41	11.13	11.02	11.63
Peso de Tarro	4.76	4.70	4.47	4.45	Peso de Tarro	6.49	6.43	6.05	6.32
Peso del Agua	8.09	6.29	6.64	5.40	Peso del Agua	0.88	0.82	0.88	0.94
Peso de Suelo Seco	14.07	11.12	12.11	10.78	Peso de Suelo Seco	4.93	4.70	4.96	5.31
HUMEDAD %	57.48	56.58	54.87	50.11	HUMEDAD %	17.82	17.54	17.83	17.75



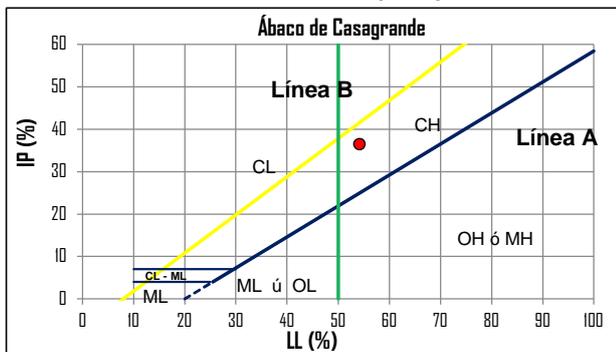
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 54.19%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 17.74%

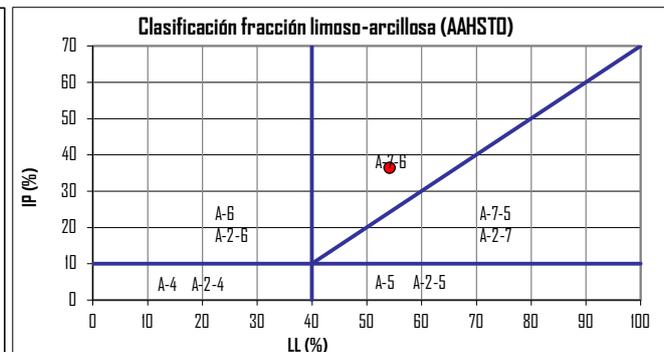
INDICE PLÁSTICO (IP) 36.45%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelos de grano fino. Limos y arcillas
CH Arcilla gruesa

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales de limo y arcilla
 Regular a malo
A-7-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo:

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

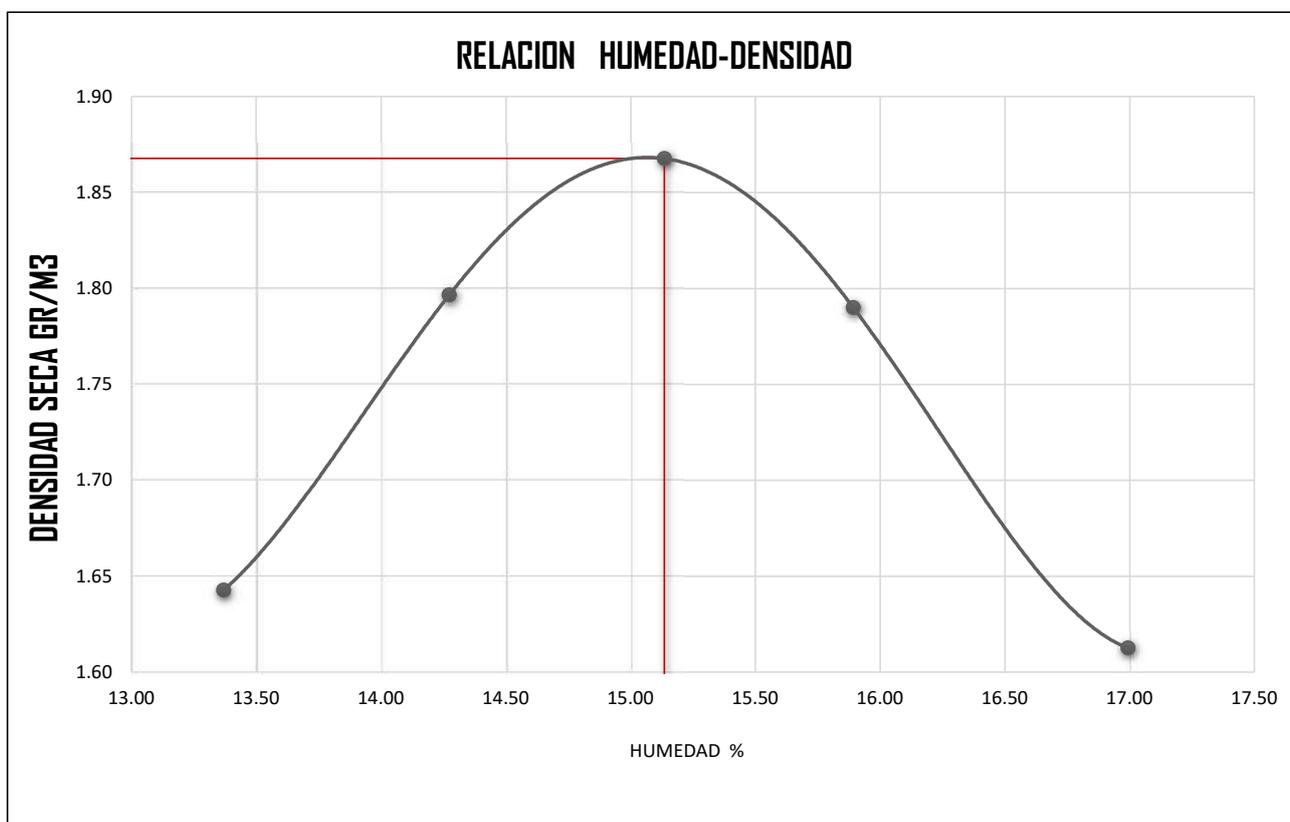
MUESTRA : C-4

PRDG. 4+750KM

FECHA : OCTUBRE DEL 2021

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.140 - ASTM D-1557)

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso de muestra húmeda + molde	gr.	9607	9944	10116	9982	9650
Peso del molde	gr.	6316	6316	6316	6316	6316
Peso de la muestra húmeda	gr.	3291	3628	3800	3666	3334
Volúmen del molde	cm ³	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1	1767.1
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.862	2.053	2.150	2.075	1.887
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	251.00	635.40	252.00	385.90	192.60
Peso muestra seca + tara	gr.	226.00	573.30	224.00	352.40	170.00
Peso de la tara	gr.	39.00	138.20	39.00	141.60	37.00
Peso del agua	gr.	25.00	62.10	28.00	33.50	22.60
Peso de la muestra seca	gr.	187.00	435.1	185	210.8	133
Contenido de humedad	%	13.37	14.27	15.14	15.89	16.99
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.64	1.80	1.87	1.79	1.61



DMS= 1.87gr/cm³

HUM. OPT.= 15.14%

PROYECTO DE TESIS : **INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021**

UBICACIÓN : **CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO**

SOLICITA : **BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO**

MUESTRA : **SUB RASANTE**

FECHA : **SETIEMBRE DEL 2021**

TRATAMIENTO DEL MATERIAL CON CEMENTO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-1

PROG. 4+000KM

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-1 PROG. 4+000KM				
DOSIFICACIÓN		LÍMITES DE ATTERBERG		
		LL	LP	IP
1	1% CEMENTO	69.87%	44.96%	24.90%
2	3% CEMENTO	65.51%	45.84%	19.67%
3	5% CEMENTO	64.43%	48.15%	16.27%
4	7% CEMENTO	56.12%	48.15%	7.96%

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-1 PROG. 4+000KM					
DOSIFICACIÓN		FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1	1% CEMENTO	78.87%	69.87%	24.90%	ALTA
2	3% CEMENTO	78.87%	65.51%	19.67%	MEDIO
3	5% CEMENTO	78.87%	64.43%	16.27%	BAJO
4	7% CEMENTO	78.87%	56.12%	7.96%	BAJO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

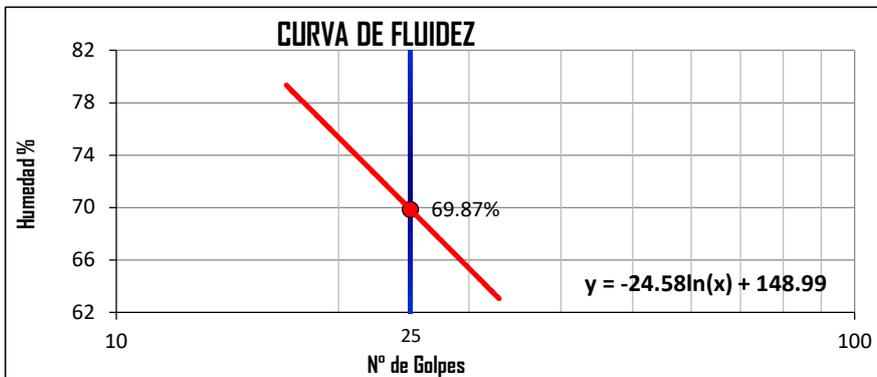
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-1 **PROG. 4+000KM** **DOSIFICACIÓN: 1% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	24	29	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.71	20.47	18.81	17.78	S. Humedo + Tarro	7.15	7.63	7.64	8.17
S. seco + Tarro	13.30	14.89	13.87	13.85	S. seco + Tarro	6.33	6.68	6.66	7.00
Peso de Tarro	7.62	7.31	6.63	7.30	Peso de Tarro	4.49	4.53	4.51	4.43
Peso del Agua	4.41	5.58	4.94	3.93	Peso del Agua	0.82	0.95	0.98	1.17
Peso de Suelo Seco	5.68	7.58	7.24	6.55	Peso de Suelo Seco	1.84	2.15	2.15	2.57
HUMEDAD %	77.64	73.61	68.23	60.00	HUMEDAD %	44.57	44.19	45.58	45.53



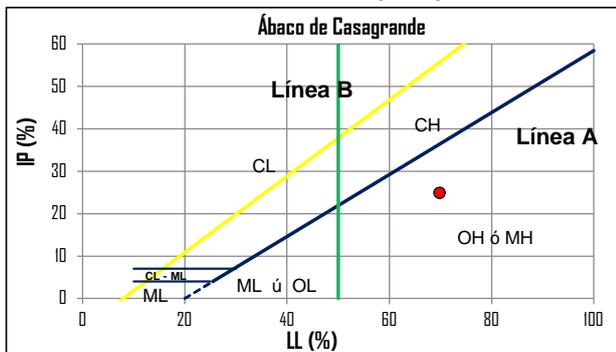
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 69.87%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 44.96%

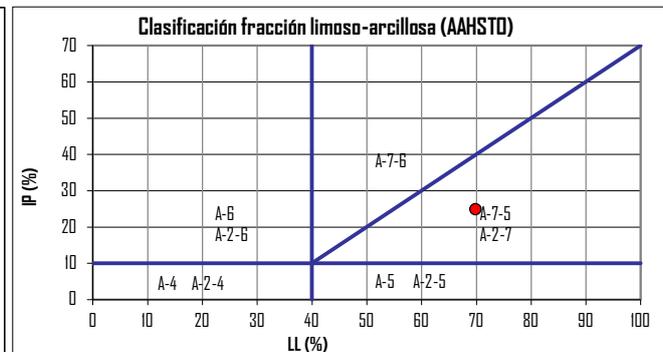
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) 24.90%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

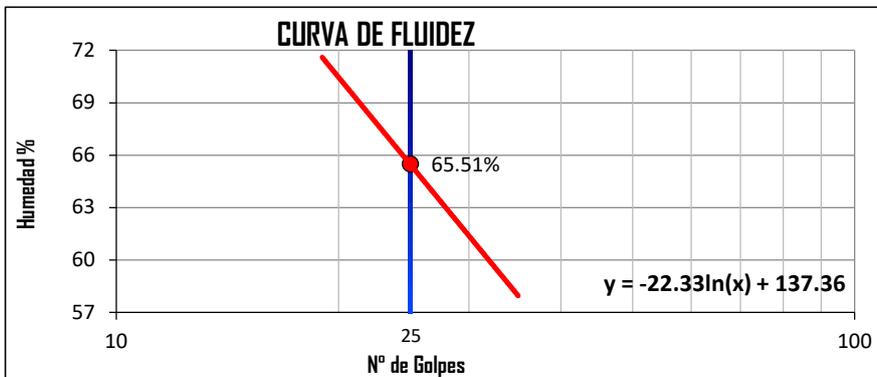
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-1 **PROG. 4+000KM** **DOSIFICACIÓN: 3% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	19	21	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.29	16.47	19.50	19.23	S. Humedo + Tarro	7.16	7.00	7.36	7.71
S. seco + Tarro	13.25	12.73	14.66	14.88	S. seco + Tarro	6.29	6.23	6.44	6.63
Peso de Tarro	7.55	7.30	7.31	7.04	Peso de Tarro	4.37	4.53	4.44	4.32
Peso del Agua	4.04	3.74	4.84	4.35	Peso del Agua	0.87	0.77	0.92	1.08
Peso de Suelo Seco	5.70	5.43	7.35	7.84	Peso de Suelo Seco	1.92	1.70	2.00	2.31
HUMEDAD %	70.88	68.88	65.85	55.48	HUMEDAD %	45.31	45.29	46.00	46.75



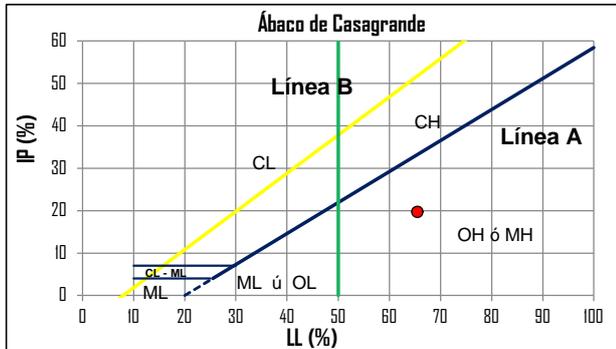
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 65.51%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 45.84%

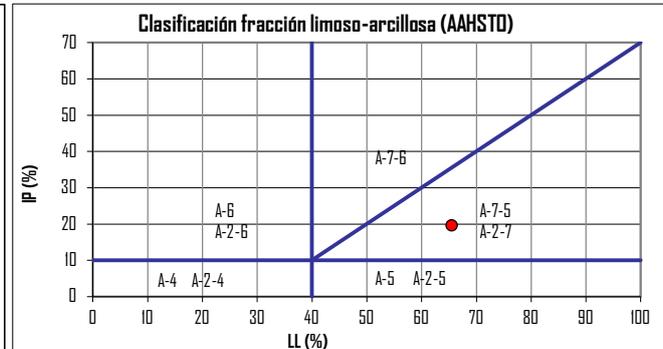
INDICE PLÁSTICO (IP) 19.67%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

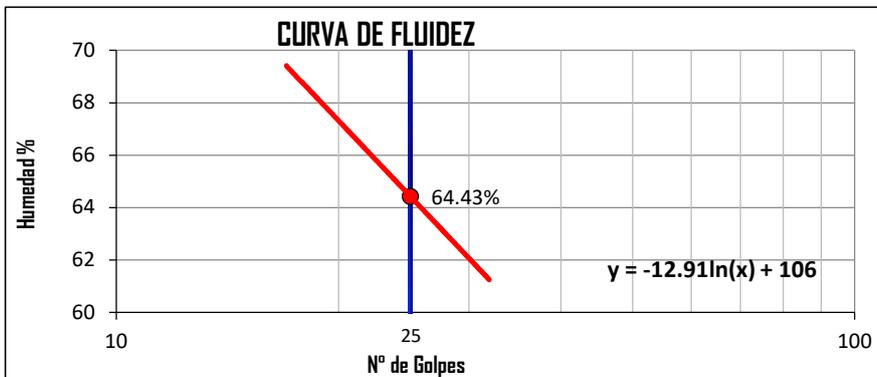
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-1 **PROG.** 4+000KM **DOSIFICACIÓN:** 5% CEMENTO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	24	28	32	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.77	17.50	17.18	18.13	S. Humedo + Tarro	7.60	7.36	7.34	6.91
S. seco + Tarro	13.61	13.45	13.13	13.99	S. seco + Tarro	6.61	6.44	6.40	6.10
Peso de Tarro	7.61	7.27	6.61	7.27	Peso de Tarro	4.48	4.50	4.44	4.40
Peso del Agua	4.16	4.05	4.05	4.14	Peso del Agua	0.99	0.92	0.94	0.81
Peso de Suelo Seco	6.00	6.18	6.52	6.72	Peso de Suelo Seco	2.13	1.94	1.96	1.70
HUMEDAD %	69.33	65.53	62.12	61.61	HUMEDAD %	46.48	47.42	47.96	47.65



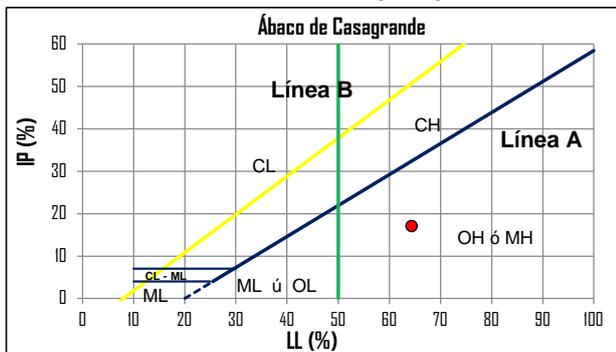
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 64.43%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 47.38%

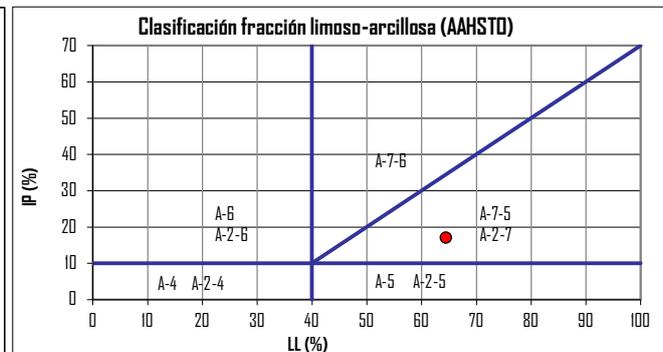
INDICE PLÁSTICO (IP) 17.05%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

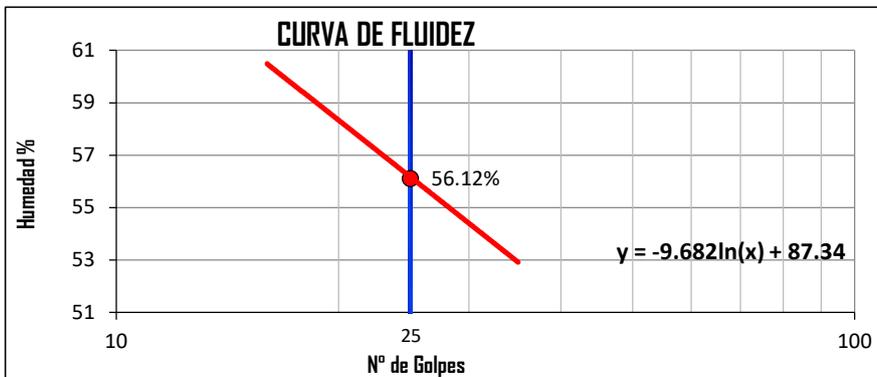
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-1 **PROG. 4+000KM** **DOSIFICACIÓN: 7% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	18	31	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	19.83	21.43	18.78	16.61	S. Humedo + Tarro	6.09	6.19	7.08	6.50
S. seco + Tarro	15.22	16.15	14.57	13.44	S. seco + Tarro	5.52	5.64	6.21	5.78
Peso de Tarro	7.55	7.28	7.01	7.29	Peso de Tarro	4.34	4.50	4.40	4.28
Peso del Agua	4.61	5.28	4.21	3.17	Peso del Agua	0.57	0.55	0.87	0.72
Peso de Suelo Seco	7.67	8.87	7.56	6.15	Peso de Suelo Seco	1.18	1.14	1.81	1.50
HUMEDAD %	60.10	59.53	55.69	51.54	HUMEDAD %	48.31	48.25	48.07	48.00



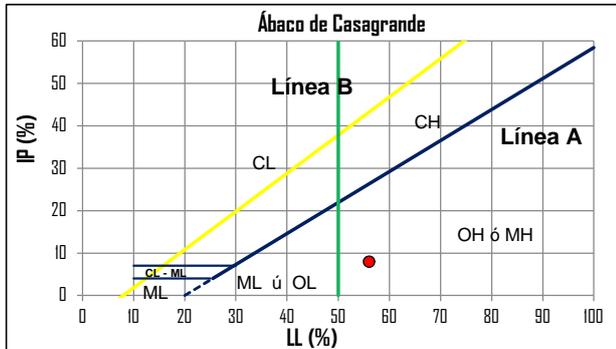
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 56.12%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 48.15%

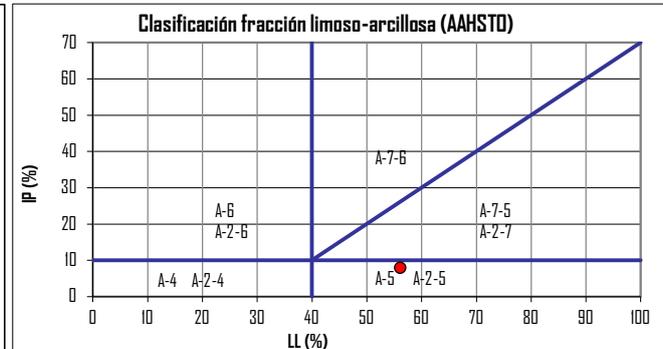
INDICE PLÁSTICO (IP) 7.96%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-2 **PROG. 4+250KM**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-2 PROG. 5+000KM				
DOSIFICACIÓN		LÍMITES DE ATTERBERG		
		LL	LP	IP
1	1% CEMENTO	58.52%	38.95%	19.56%
2	3% CEMENTO	57.52%	43.26%	14.26%
3	5% CEMENTO	56.29%	45.14%	11.14%
4	7% CEMENTO	51.64%	45.72%	5.92%

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-2 PROG. 5+000KM					
DOSIFICACIÓN		FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1	1% CEMENTO	92.91%	58.52%	19.56%	BAJO
2	3% CEMENTO	92.91%	57.52%	14.26%	BAJO
3	5% CEMENTO	92.91%	56.29%	11.14%	BAJO
4	7% CEMENTO	92.91%	51.64%	5.92%	BAJO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

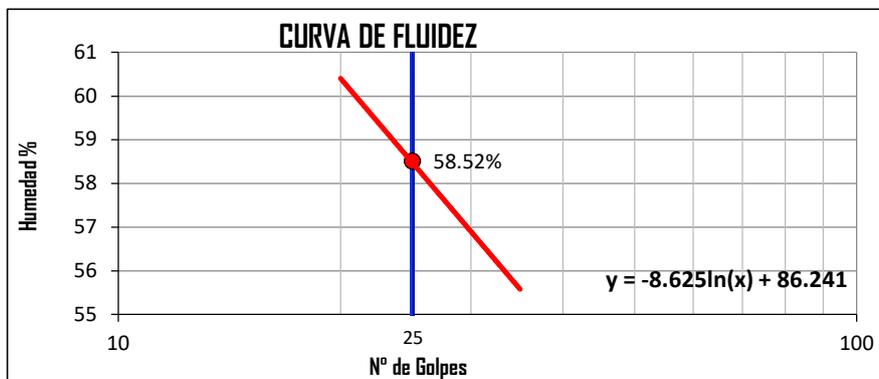
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-2 **PROG. 4+250KM** **DOSIFICACIÓN: 1% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	20	24	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.88	18.00	19.51	18.00	S. Humedo + Tarro	6.27	6.18	6.33	6.47
S. seco + Tarro	14.54	13.95	15.05	14.27	S. seco + Tarro	5.74	5.71	5.78	5.89
Peso de Tarro	7.31	7.10	7.30	7.49	Peso de Tarro	4.40	4.50	4.37	4.38
Peso del Agua	4.34	4.05	4.46	3.73	Peso del Agua	0.53	0.47	0.55	0.58
Peso de Suelo Seco	7.23	6.85	7.75	6.78	Peso de Suelo Seco	1.34	1.21	1.41	1.51
HUMEDAD %	60.03	59.12	57.55	55.01	HUMEDAD %	39.55	38.84	39.01	38.41



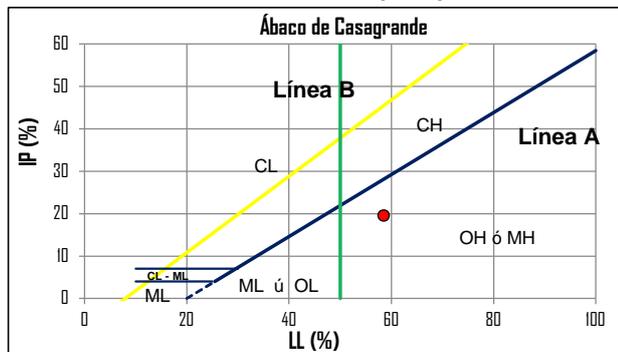
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 58.52%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 38.95%

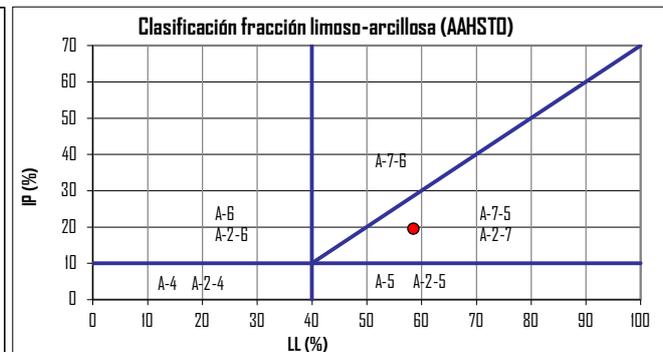
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 19.56%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

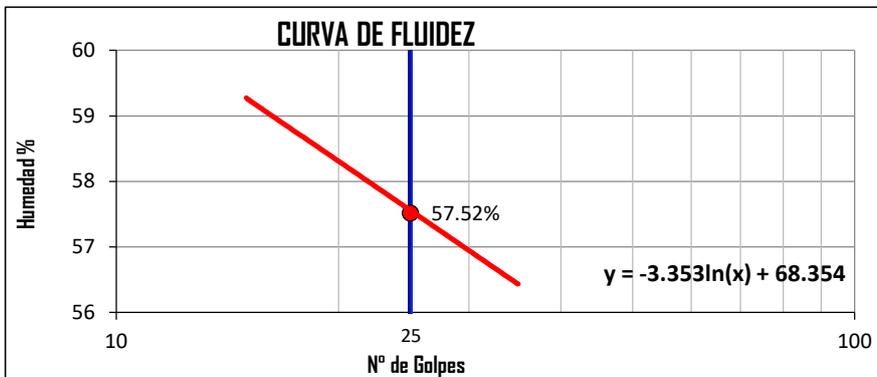
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-2 **PROG. 4+250KM** **DOSIFICACIÓN: 3% CEMENTO**

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	17	27	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.18	18.80	18.54	18.30	S. Humedo + Tarro	6.54	6.73	6.91	6.13
S. seco + Tarro	13.50	14.61	14.40	14.35	S. seco + Tarro	5.89	6.10	6.16	5.61
Peso de Tarro	7.28	7.48	7.25	7.30	Peso de Tarro	4.40	4.62	4.45	4.40
Peso del Agua	3.68	4.19	4.14	3.95	Peso del Agua	0.65	0.63	0.75	0.52
Peso de Suelo Seco	6.22	7.13	7.15	7.05	Peso de Suelo Seco	1.49	1.48	1.71	1.21
HUMEDAD %	59.16	58.77	57.90	56.03	HUMEDAD %	43.62	42.57	43.86	42.98



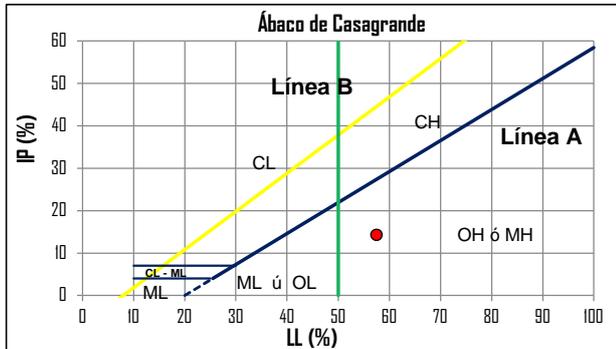
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 57.52%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 43.26%

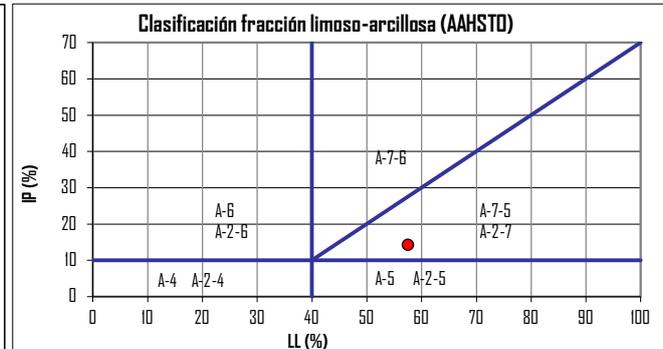
INDICE PLÁSTICO (IP) 14.26%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

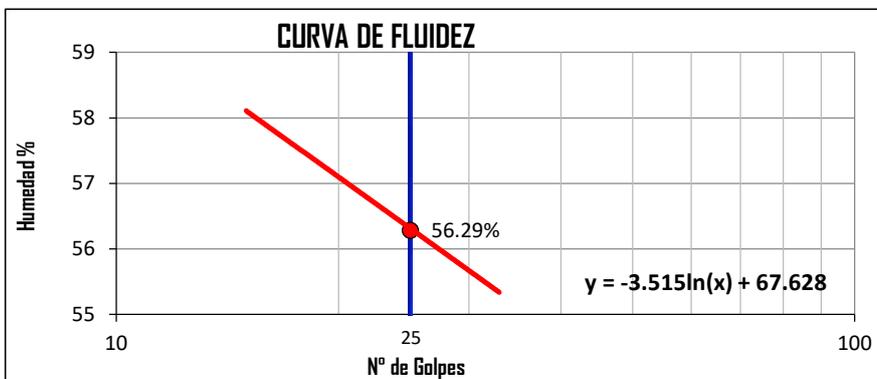
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-2 **PROG. 4+250KM** **DOSIFICACIÓN: 5% CEMENTO**

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	19	29	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	20.73	21.20	22.91	20.00	S. Humedo + Tarro	6.27	6.45	6.52	6.33
S. seco + Tarro	15.91	16.24	17.56	15.48	S. seco + Tarro	5.60	5.81	5.90	5.71
Peso de Tarro	7.61	7.57	8.06	7.25	Peso de Tarro	4.11	4.38	4.55	4.33
Peso del Agua	4.82	4.96	5.35	4.52	Peso del Agua	0.67	0.64	0.62	0.62
Peso de Suelo Seco	8.30	8.67	9.50	8.23	Peso de Suelo Seco	1.49	1.43	1.35	1.38
HUMEDAD %	58.07	57.21	56.32	54.92	HUMEDAD %	44.97	44.76	45.93	44.93



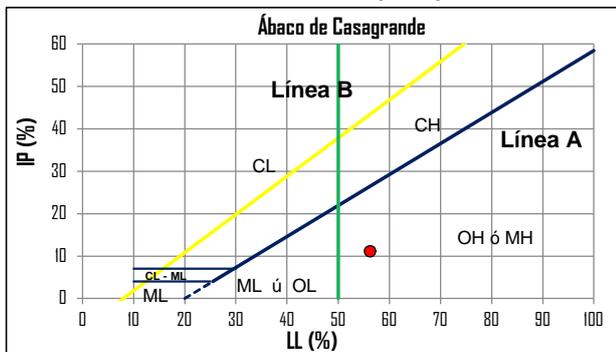
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 56.29%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 45.14%

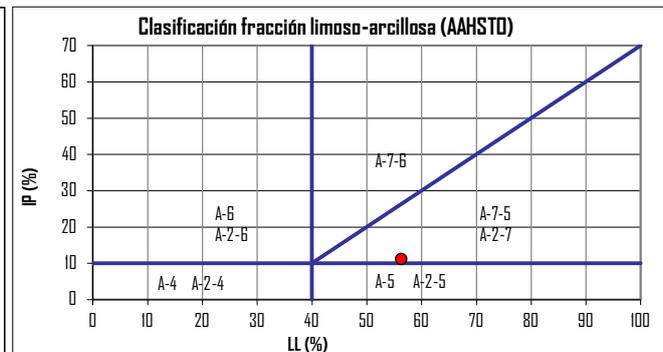
INDICE PLÁSTICO (IP) 11.14%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

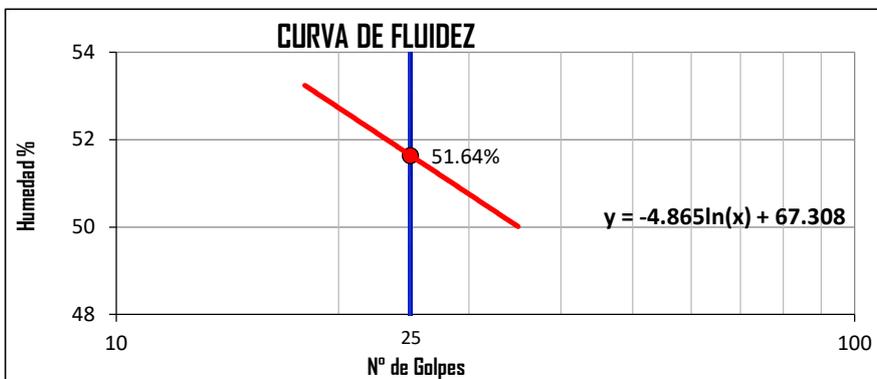
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-2 **PROG. 4+250KM** **DOSIFICACIÓN: 7% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	21	26	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	24.81	20.80	21.24	22.52	S. Humedo + Tarro	7.00	7.03	7.47	7.06
S. seco + Tarro	18.49	16.20	16.55	17.45	S. seco + Tarro	6.17	6.19	6.56	6.23
Peso de Tarro	6.58	7.43	7.52	7.26	Peso de Tarro	4.34	4.37	4.56	4.42
Peso del Agua	6.32	4.60	4.69	5.07	Peso del Agua	0.83	0.84	0.91	0.83
Peso de Suelo Seco	11.91	8.77	9.03	10.19	Peso de Suelo Seco	1.83	1.82	2.00	1.81
HUMEDAD %	53.06	52.45	51.94	49.75	HUMEDAD %	45.36	46.15	45.50	45.86



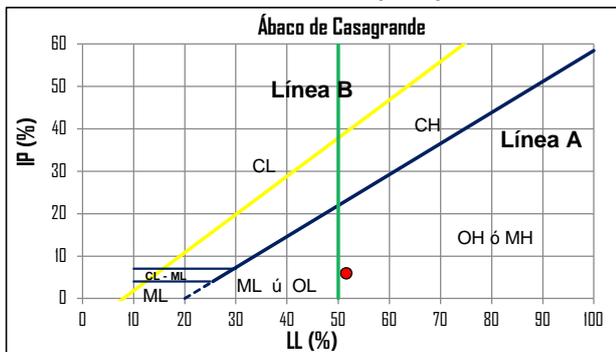
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 51.64%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 45.72%

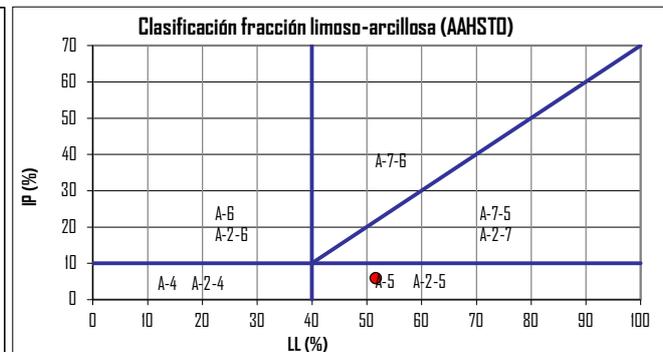
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) 5.92%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-3 **PROG. 4+500KM**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-3 PROG. 6+000KM				
DOSIFICACIÓN		LÍMITES DE ATTERBERG		
		LL	LP	IP
1	1% CEMENTO	53.88%	32.22%	21.66%
2	3% CEMENTO	48.53%	34.59%	13.94%
3	5% CEMENTO	46.49%	37.54%	8.95%
4	7% CEMENTO	40.04%	38.39%	1.64%

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-3 PROG. 6+000KM					
DOSIFICACIÓN		FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1	1% CEMENTO	93.24%	53.88%	21.66%	MEDIO
2	3% CEMENTO	93.24%	48.53%	13.94%	BAJO
3	5% CEMENTO	93.24%	46.49%	8.95%	BAJO
4	7% CEMENTO	93.24%	40.04%	1.64%	BAJO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

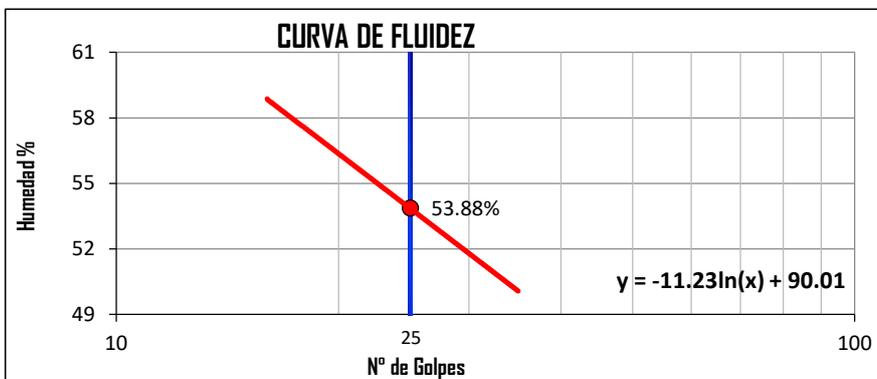
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-3 **PROG. 4+500KM** **DOSIFICACIÓN: 1% CEMENTO**

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	24	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.60	15.89	15.77	16.58	S. Humedo + Tarro	8.95	8.67	9.11	8.97
S. seco + Tarro	12.82	11.76	11.85	12.64	S. seco + Tarro	8.55	8.35	8.65	8.57
Peso de Tarro	4.53	4.41	4.50	4.41	Peso de Tarro	7.32	7.34	7.22	7.34
Peso del Agua	4.78	4.13	3.92	3.94	Peso del Agua	0.40	0.32	0.46	0.40
Peso de Suelo Seco	8.29	7.35	7.35	8.23	Peso de Suelo Seco	1.23	1.01	1.43	1.23
HUMEDAD %	57.66	56.19	53.33	47.87	HUMEDAD %	32.52	31.68	32.17	32.52



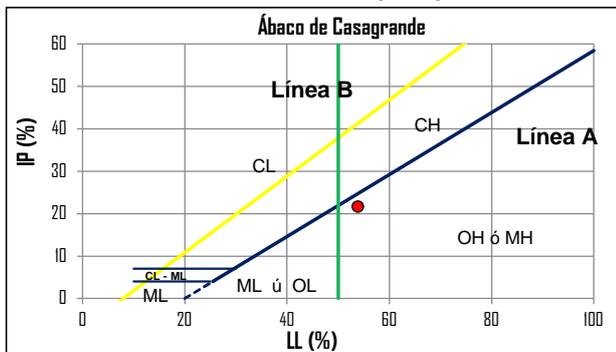
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 53.88%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 32.22%

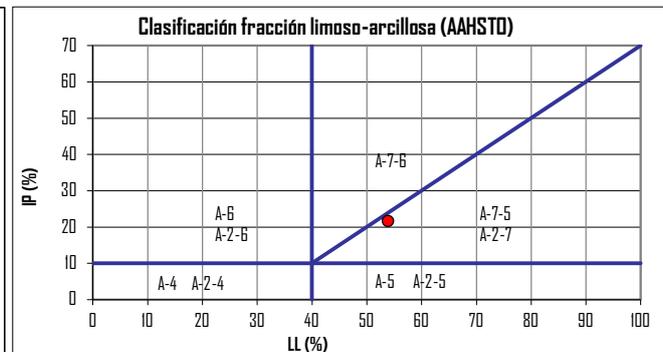
INDICE PLÁSTICO (IP) 21.66%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

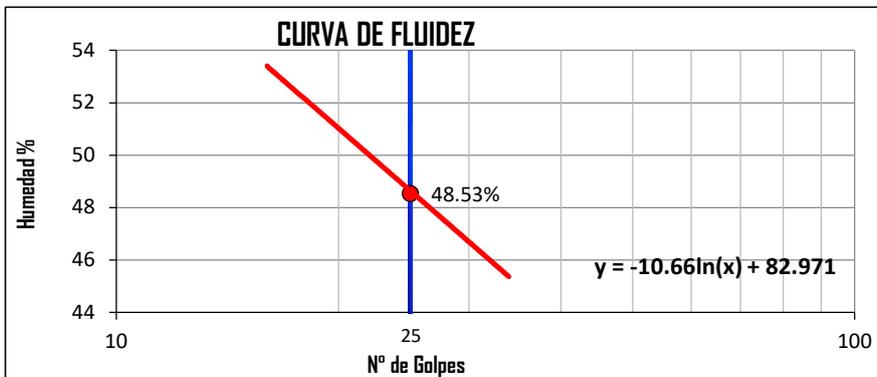
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-3 **PROG. 4+500KM** **DOSIFICACIÓN: 3% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	19	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	15.56	13.79	16.34	16.19	S. Humedo + Tarro	8.33	8.77	9.18	9.00
S. seco + Tarro	11.70	10.60	12.36	12.57	S. seco + Tarro	8.06	8.39	8.76	8.60
Peso de Tarro	4.41	4.40	4.34	4.37	Peso de Tarro	7.28	7.30	7.55	7.43
Peso del Agua	3.86	3.19	3.98	3.62	Peso del Agua	0.27	0.38	0.42	0.40
Peso de Suelo Seco	7.29	6.20	8.02	8.20	Peso de Suelo Seco	0.78	1.09	1.21	1.17
HUMEDAD %	52.95	51.45	49.63	44.15	HUMEDAD %	34.62	34.86	34.71	34.19



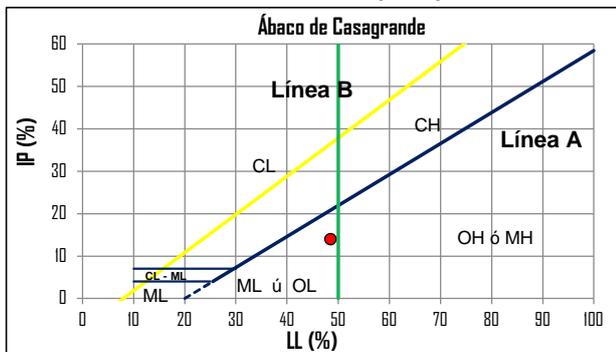
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 48.53%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 34.59%

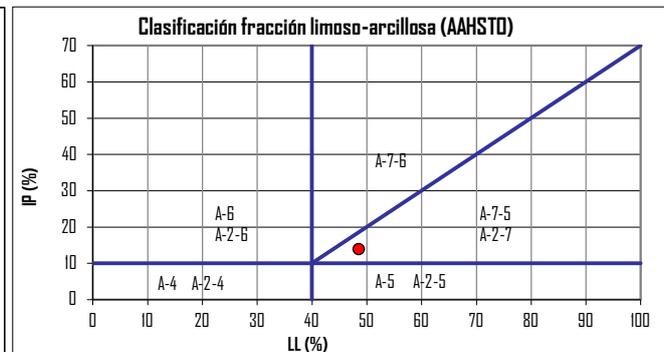
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) 13.94%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

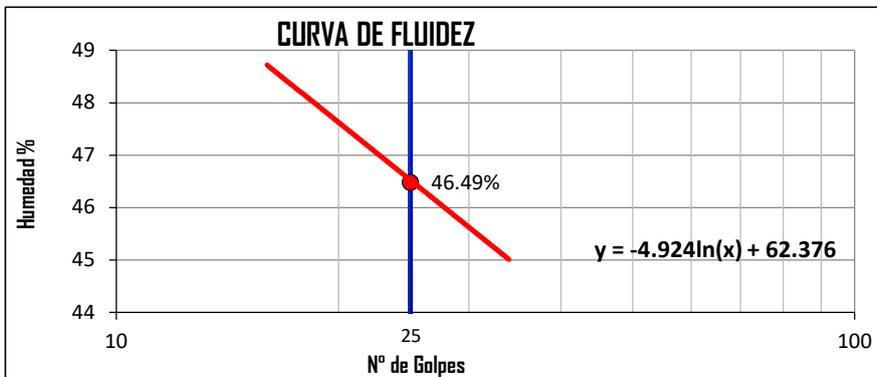
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-3 **PROG. 4+500KM** **DOSIFICACIÓN: 5% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	16	22	27	34	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	17.63	18.08	18.42	17.37	S. Humedo + Tarro	9.51	10.07	9.50	10.06
S. seco + Tarro	13.38	13.71	13.95	13.45	S. seco + Tarro	8.96	9.51	8.88	9.36
Peso de Tarro	4.58	4.51	4.42	4.61	Peso de Tarro	7.49	8.00	7.24	7.51
Peso del Agua	4.25	4.37	4.47	3.92	Peso del Agua	0.55	0.56	0.62	0.70
Peso de Suelo Seco	8.80	9.20	9.53	8.84	Peso de Suelo Seco	1.47	1.51	1.64	1.85
HUMEDAD %	48.30	47.50	46.90	44.34	HUMEDAD %	37.41	37.09	37.80	37.84



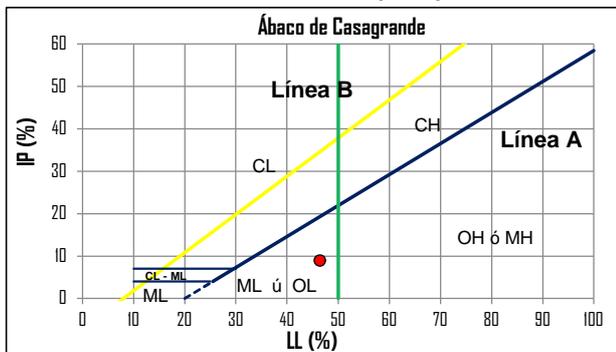
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 46.49%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 37.54%

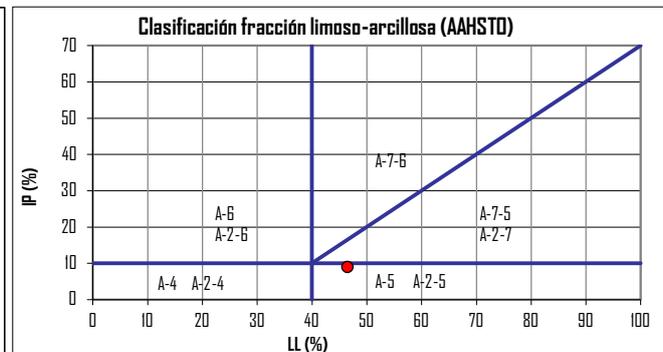
INDICE PLÁSTICO (IP) 8.95%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



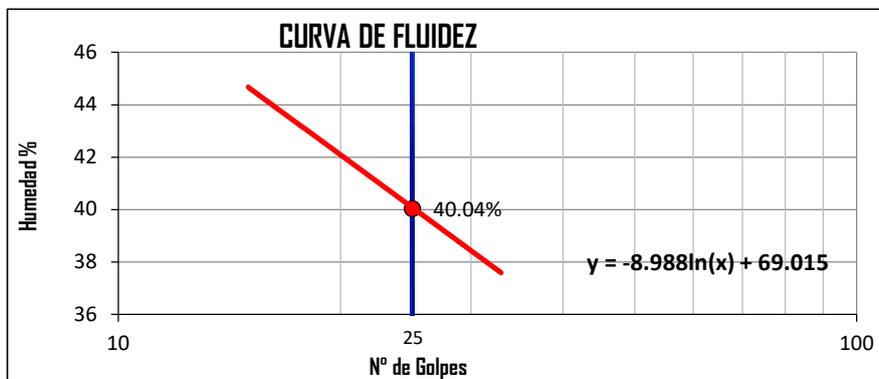
CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021
UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO
CALICATA : C-3 **PROG. 4+500KM** **DOSIFICACIÓN: 7% CEMENTO**
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

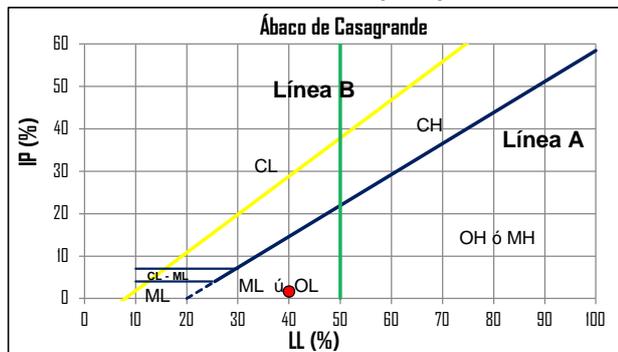
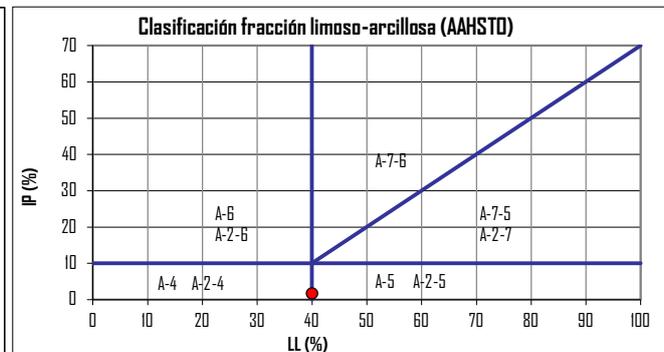
LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	19	27	33	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.61	15.24	17.68	16.41	S. Humedo + Tarro	9.34	9.50	8.08	9.75
S. seco + Tarro	14.24	11.99	13.88	13.17	S. seco + Tarro	8.76	8.91	7.65	9.14
Peso de Tarro	4.43	4.32	4.47	4.39	Peso de Tarro	7.24	7.38	6.54	7.56
Peso del Agua	4.37	3.25	3.80	3.24	Peso del Agua	0.58	0.59	0.43	0.61
Peso de Suelo Seco	9.81	7.67	9.41	8.78	Peso de Suelo Seco	1.52	1.55	1.11	1.58
HUMEDAD %	44.55	42.37	40.38	36.90	HUMEDAD %	38.16	38.06	38.74	38.61


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 40.04%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 38.39%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) 1.64%


CLASIFICACIÓN (SUCS)

CLASIFICACIÓN AASHTO


PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

MUESTRA : C-4 **PROG. 4+750KM**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-4 PROG. 7+000KM				
DOSIFICACIÓN		LÍMITES DE ATTERBERG		
		LL	LP	IP
1	1% CEMENTO	70.63%	48.25%	22.38%
2	3% CEMENTO	61.80%	50.11%	11.69%
3	5% CEMENTO	56.37%	51.02%	5.35%
4	7% CEMENTO	53.11%	51.57%	1.54%

EVALUACIÓN DE EXPANSIÓN DEL TRATAMIENTO DEL MATERIAL - C-4 PROG. 7+000KM					
DOSIFICACIÓN		FINOS	LL	IP	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
1	1% CEMENTO	96.01%	70.63%	22.38%	MEDIO
2	3% CEMENTO	96.01%	61.80%	11.69%	BAJO
3	5% CEMENTO	96.01%	56.37%	5.35%	BAJO
4	7% CEMENTO	96.01%	53.11%	1.54%	BAJO

PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

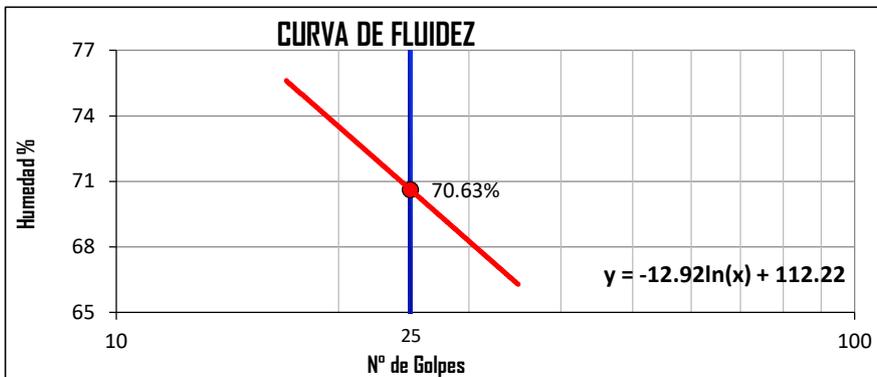
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-4 **PROG. 4+750KM** **DOSIFICACIÓN: 1% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	17	21	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	19.91	18.11	18.66	17.21	S. Humedo + Tarro	7.31	7.18	7.19	7.15
S. seco + Tarro	14.48	13.60	14.00	13.25	S. seco + Tarro	6.39	6.25	6.32	6.31
Peso de Tarro	7.29	7.40	7.29	7.23	Peso de Tarro	4.45	4.34	4.53	4.57
Peso del Agua	5.43	4.51	4.66	3.96	Peso del Agua	0.92	0.93	0.87	0.84
Peso de Suelo Seco	7.19	6.20	6.71	6.02	Peso de Suelo Seco	1.94	1.91	1.79	1.74
HUMEDAD %	75.52	72.74	69.45	65.78	HUMEDAD %	47.42	48.69	48.60	48.28



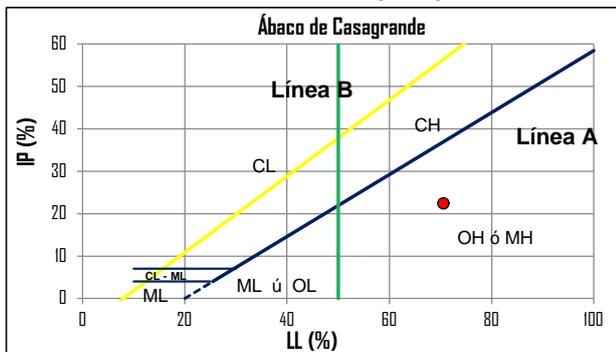
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 70.63%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 48.25%

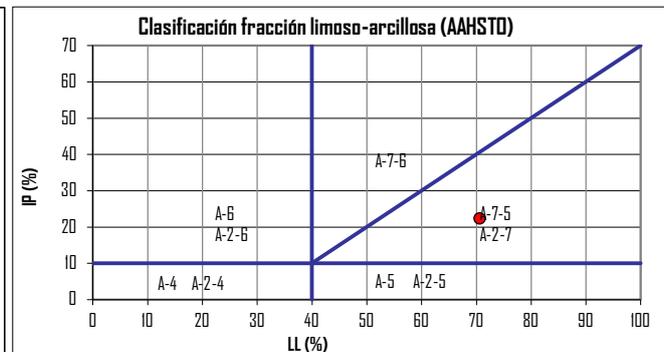
INDICE PLÁSTICO (IP) 22.38%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

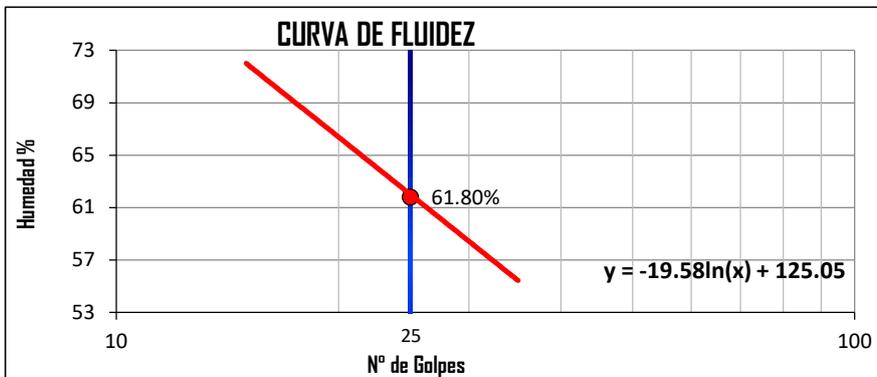
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-4 **PROG. 4+750KM** **DOSIFICACIÓN: 3% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	15	19	26	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	21.32	19.25	22.07	21.45	S. Humedo + Tarro	7.20	6.93	7.52	7.52
S. seco + Tarro	15.56	14.18	16.30	16.61	S. seco + Tarro	6.33	6.12	6.49	6.48
Peso de Tarro	7.51	6.54	7.38	7.56	Peso de Tarro	4.60	4.48	4.47	4.39
Peso del Agua	5.76	5.07	5.77	4.84	Peso del Agua	0.87	0.81	1.03	1.04
Peso de Suelo Seco	8.05	7.64	8.92	9.05	Peso de Suelo Seco	1.73	1.64	2.02	2.09
HUMEDAD %	71.55	66.36	64.69	53.48	HUMEDAD %	50.29	49.39	50.99	49.76



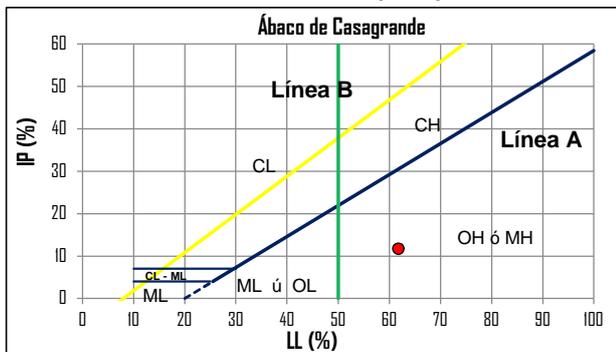
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 61.80%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 50.11%

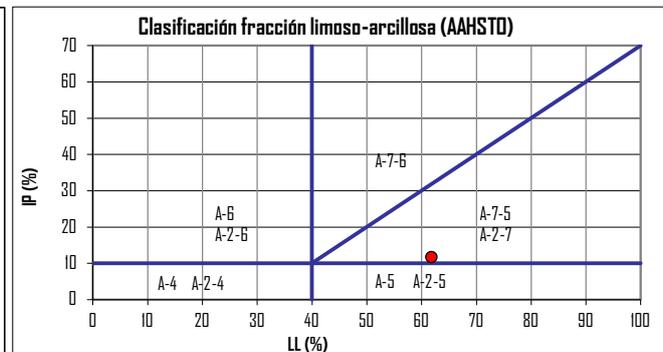
INDICE PLÁSTICO (IP) 11.69%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

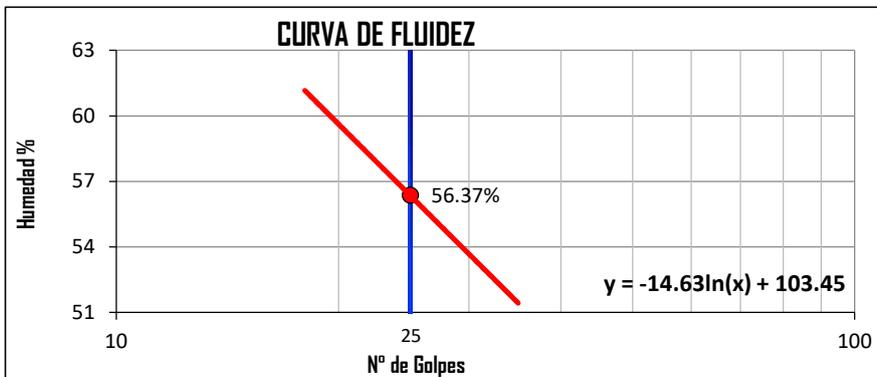
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-4 **PROG.** 4+750KM **DOSIFICACIÓN:** 5% CEMENTO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	22	29	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.70	20.27	19.90	19.76	S. Humedo + Tarro	6.78	6.74	6.75	6.55
S. seco + Tarro	14.52	15.50	15.12	15.61	S. seco + Tarro	6.00	5.99	5.98	5.82
Peso de Tarro	7.62	7.30	6.64	7.29	Peso de Tarro	4.48	4.50	4.46	4.41
Peso del Agua	4.18	4.77	4.78	4.15	Peso del Agua	0.78	0.75	0.77	0.73
Peso de Suelo Seco	6.90	8.20	8.48	8.32	Peso de Suelo Seco	1.52	1.49	1.52	1.41
HUMEDAD %	60.58	58.17	56.37	49.88	HUMEDAD %	51.32	50.34	50.66	51.77



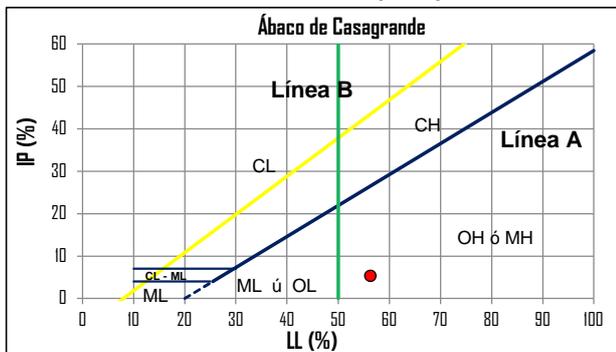
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 56.37%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 51.02%

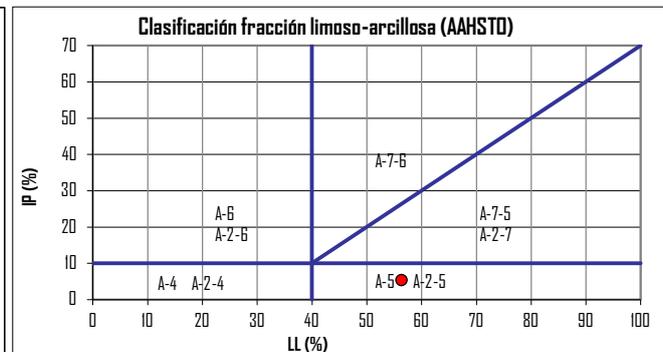
ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 5.35%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



PROYECTO DE TESIS : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMETRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUANUCO 2021

UBICACIÓN : CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, JACAS CHICO, YAROWILCA, HUÁNUCO

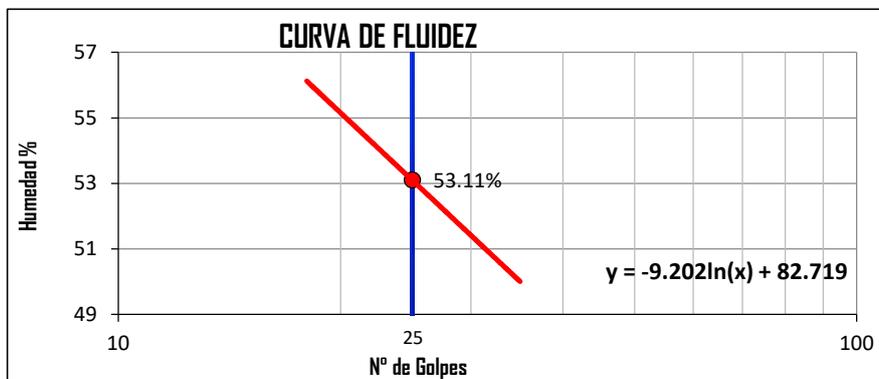
SOLICITA : BACH. VICTOR FREDY DAZA CECILIO

CALICATA : C-4 **PROG. 4+750KM** **DOSIFICACIÓN: 7% CEMENTO**

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021

LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 - ASTM D-4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO				
Nº DE GOLPES	18	23	30	35	Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	18.73	20.28	21.81	20.78	S. Humedo + Tarro	6.95	6.88	6.67	6.59
S. seco + Tarro	14.70	15.77	16.75	16.29	S. seco + Tarro	6.05	6.07	5.90	5.81
Peso de Tarro	7.56	7.29	7.00	7.29	Peso de Tarro	4.32	4.50	4.40	4.29
Peso del Agua	4.03	4.51	5.06	4.49	Peso del Agua	0.90	0.81	0.77	0.78
Peso de Suelo Seco	7.14	8.48	9.75	9.00	Peso de Suelo Seco	1.73	1.57	1.50	1.52
HUMEDAD %	56.44	53.18	51.90	49.89	HUMEDAD %	52.02	51.59	51.33	51.32



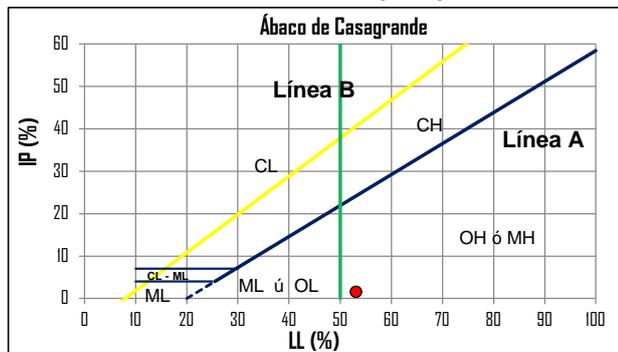
LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 53.11%

LÍMITE PLÁSTICO (LP) 51.57%

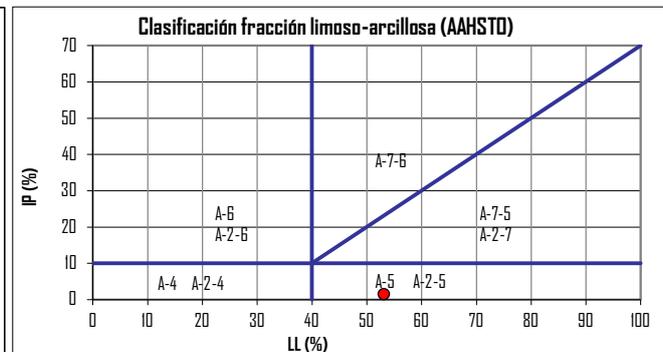
INDICE PLÁSTICO (IP) 1.54%

AS SAC

CLASIFICACIÓN (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



NOTA BIOGRÁFICA

Nací en la ciudad de Huánuco el 24 de abril de 1990, hijo de don Teodoro Daza Castillo y doña Carolina Cecilio Benancio, comencé mis estudios primarios en la Institución educativa primaria 32011, Hermilio Valdizan en el año 1996 hasta el año 2000. Posteriormente proseguí con mis estudios primarios en la I.E. 32213, Andrés Avelino Cáceres, escuela donde culmine mis estudios primarios en el año 2002, en esta institución fui alumno del querido profesor Homero Joel Gamarra Espinoza. Docente a quien le tengo mucho aprecio pues me inculco los valores, como el respeto la disciplina y la perseverancia. Sumado a ello la transmisión de sus conocimientos por lo cual estaré eternamente agradecido.

Mis estudios secundarios los inicié el año 2003 en el Colegio Nacional Esteban Pavletich Trujillo ubicado en el distrito de Chavinillo, provincia de Yarowilca, al siguiente año tuve que partir al distrito de Choras, que también se ubica en la provincia de Yarowilca, es así que continúe mis estudios secundarios en el Colegio Nacional Garu de Choras donde culmine mis estudios secundarios el año 2007, en esta etapa de mi formación tengo gratos recuerdos del profesor Winico Chacon Tolentino, quien con su paciencia y amor por su profesión me supo transmitir sus conocimientos y sobre todo guiarme hacia el camino correcto de la vida, a él le debo ese amor por los números, por las matemáticas.

En el 2008 inicié con anhelo el camino hacia mi formación profesional, mi objetivo, ingresar a la facultad de ingeniería civil en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, para lo cual me estuve preparando y postulando durando 3 años, para así por fin lograr el anhelado ingreso a la universidad el año 2011.

El 2011 inicié mi carrera universitaria en la prestigiosa facultad de ingeniería civil y luego de 6 años, años de mucha experiencia, mucho aprendizaje en el 2017 culminó mi etapa universitaria, en esta etapa fui alumno de ingenieros muy reconocidos, como el ingeniero Jorge Meyzan Briceño una eminencia en el área de valuaciones y tasaciones de inmuebles, el ingeniero Elvio Fernando Felipe Matías, ingeniero con una amplia trayectoria en la rama de la

ingeniería vial, el ingeniero Jorge Zevallos Huaranga, el ingeniero Erasmo Sixto Fernández quien fue gobernador regional de Huánuco, el ingeniero Antonio Domínguez Magino ingeniero muy reconocido por su trayectoria en el área de estructuras y muchos ingenieros más a quienes solamente les tengo palabras de agradecimiento.

En el año 2018 realice mis prácticas profesionales, en el distrito de Codo del Pozuzo ubicado en la provincia de Puerto Inca, laborando como asistente técnico de la supervisión en la obra "creación del parque recreativo en la calle el Comercio en la localidad de Codo del Pozuzo, distrito de Codo del Pozuzo - Puerto Inca - Huánuco", supervisión que estuvo a cargo del ing. Fredy Alipio Astete Torrejon. Es así que luego de cumplir los plazos establecidos por el reglamento de grados y títulos, sustentando así con éxito las prácticas profesionales para obtener el grado de bachiller, el 05 diciembre del 2018.

En los años siguientes vine laborando en diferentes entidades, tanto públicas como privadas en la ejecución de obras como en la elaboración de proyectos, actualmente vengo realizando la Maestría en Gerencia Pública en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán el cual culminó en el mes de agosto.



EXP.

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 01 días del mes de junio de 2023, siendo las 11:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°072-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°386-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 26.MAY.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de tesis en acto público **presencial** de la tesis titulada: **INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO – SAN ANTONIO DE COLPA YAROWILCA, HUÁNUCO 2021**, para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller **VICTOR FREDY DAZA CECILIO**, reuniéndose en el aula 201 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los Docentes: Mg. Ing. Jorge Luis MEYZAN BRICEÑO, PRESIDENTE – – Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, SECRETARIO –Ing. Mauro Antonio DOMÍNGUEZ MAGINO, VOCAL y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **TÍTULO de INGENIERO CIVIL** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación del aspirante al título profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
DAZA CECILIO, VICTOR FREDY	Aprobado	14	Bueno

Calificación que se realizó de acuerdo con la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL -Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Dándose por finalizado dicho acto a las: 12:30 del mismo día 01/06/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


Mg. Ing. Jorge Luis MEYZAN BRICEÑO
PRESIDENTE


Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera
SECRETARIO


Ing. Mauro Antonio DOMÍNGUEZ MAGINO
VOCAL



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°021-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis titulada **"INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021."** del (os) Bachiller (s) en Ingeniería civil, **VÍCTOR FREDY DAZA CECILIO**, cuenta con un índice de similitud del 26 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Huánuco, 16 de junio del 2023

.....
Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de Investigación FICyA

NOMBRE DEL TRABAJO

DAZA CECILIO VICOR F- TESIS FIINAL 2.7.pdf

AUTOR

VÍCTOR FREDY, DAZA CECILIO

RECUENTO DE PALABRAS

42348 Words

RECUENTO DE CARACTERES

193447 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

207 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

22.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 6, 2023 12:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 6, 2023 12:34 PM GMT-5

● **26% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado

● 26% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	upc.aws.openrepository.com	Internet	4%
2	repositorio.unheval.edu.pe	Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe	Internet	3%
4	es.scribd.com	Internet	2%
5	hdl.handle.net	Internet	2%
6	scribd.com	Internet	2%
7	repositorio.uncp.edu.pe	Internet	1%
8	Universidad de Huanuco on 2022-05-05	Submitted works	<1%

9	Universidad Cesar Vallejo on 2023-01-26	<1%
	Submitted works	
10	vsip.info	<1%
	Internet	
11	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2020-11-27	<1%
	Submitted works	
12	Vásquez Bustos Juan Antonio. "Recopilación y análisis de cada uno de..."	<1%
	Publication	
13	Universidad Santo Tomas on 2015-06-16	<1%
	Submitted works	
14	repositorio.utea.edu.pe	<1%
	Internet	
15	portal.mtc.gob.pe	<1%
	Internet	
16	Universidad Abierta para Adultos on 2021-01-10	<1%
	Submitted works	
17	1library.co	<1%
	Internet	
18	Maldonado Utrilla Juan Uriel. "Análisis de avenidas máximas extraordi..."	<1%
	Publication	
19	repositorio.urp.edu.pe	<1%
	Internet	
20	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2021-10-02	<1%
	Submitted works	

21	abejaespacial.com	Internet	<1%
22	repositorio.ulvr.edu.ec	Internet	<1%
23	Universidad Continental on 2020-10-21	Submitted works	<1%
24	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2020-01-08	Submitted works	<1%
25	Universidad Nacional del Santa on 2019-06-04	Submitted works	<1%
26	Ayllón Torres Teresa. "Elementos de meteorologia : una aportacion par..."	Publication	<1%
27	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-14	Submitted works	<1%
28	Universidad Continental on 2022-03-13	Submitted works	<1%
29	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-08-22	Submitted works	<1%
30	pirhua.udep.edu.pe	Internet	<1%
31	repositorioacademico.usmp.edu.pe	Internet	<1%
32	Universidad Privada de Tacna on 2019-07-04	Submitted works	<1%

33	repositorio.uandina.edu.pe	Internet	<1%
34	Universidad Alas Peruanas on 2019-04-09	Submitted works	<1%
35	Universidad Alas Peruanas on 2018-10-18	Submitted works	<1%
36	Universidad Cesar Vallejo on 2018-10-09	Submitted works	<1%
37	Universidad Alas Peruanas on 2018-11-29	Submitted works	<1%
38	Universidad Cesar Vallejo on 2016-04-28	Submitted works	<1%
39	unhuancavelica on 2022-04-10	Submitted works	<1%
40	repositorio.unp.edu.pe	Internet	<1%
41	qdoc.tips	Internet	<1%
42	repositorio.udh.edu.pe	Internet	<1%
43	Universidad Nacional Hermilio Valdizan on 2023-05-20	Submitted works	<1%
44	Universidad de Huanuco on 2022-10-21	Submitted works	<1%

45

Universidad Cesar Vallejo on 2017-12-09

<1%

Submitted works

46

repositorio.ucp.edu.pe

<1%

Internet

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	DAZA CECILIO, Victor Fredy						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 9374300923
Nro. de Documento:	47130585				Correo Electrónico:	Vidace98@gmail.com	

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO		
Apellidos y Nombres:	CÓRDOBA FACUNDO, Carlos Enrique			ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2980-5876	
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de documento: 22521641

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MEYZAN BRICEÑO, Jorge Luis
Secretario:	QUINTANILLA HERRERA, Elisa Raquel
Vocal:	DOMINGUEZ MAGINO, Mauro Antonio
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	OSORIO FLORES, Ever

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CAMBIO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE ALTA PLASTICIDAD A NIVEL DE SUBRASANTE DEBIDO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS, EN EL CAMINO VECINAL JACAS CHICO - SAN ANTONIO DE COLPA, YAROWILCA, HUÁNUCO 2021.
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023			
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	CAMBIO VOLUMÉTRICO	ESTABILIZACIÓN	SUELO CEMENTO
--	--------------------	----------------	---------------

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="text"/>

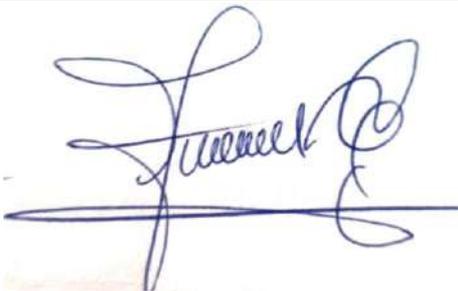
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
--	----	--------------------------	----	-------------------------------------

Información de la Agencia Patrocinadora:	<input type="text"/>
---	----------------------

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 	
Apellidos y Nombres: DAZA CECILIO, VICTOR FREDY	Huella Digital
DNI: 47130585	
Firma:	
Apellidos y Nombres:	Huella Digital
DNI:	
Firma:	
Apellidos y Nombres:	Huella Digital
DNI:	
Fecha: 23 DE JUNIO DEL 2023	

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.