

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS:

**“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA
VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN
LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO
DE CHILCA–HUANCAYO–JUNÍN, 2019”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. GIAN MARCO DIAZ MOORI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTE Y URBANISMO

HUANCAYO-PERÚ

2021

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil

Asesor

Dedicatoria

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional
en todo momento.

Gian M. Díaz Moori.

Agradecimiento

- A Dios, por sus infinitas bendiciones.
- A mis padres y hermanos por estar siempre conmigo impulsándome a ser cada día mejor.

Gian M. Díaz Moori.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Ing. Javier Amador Navarro Veliz
Jurado

Mg. Jeannelle Sofía Herrera Montes
Jurado

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala
Jurado

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. Planteamiento del Problema	20
1.2. Formulación y Sistematización del Problema.....	22
1.2.1. Problema General.....	22
1.2.2. Problemas Específicos.....	23
1.3. Justificación	23
1.3.1. Práctica o Social.....	23
1.3.2. Científica o Teórica.....	24
1.3.3. Metodológica.....	24
1.4. Delimitaciones	24
1.4.1. Espacial	24
1.4.2. Temporal	24
1.4.3. Económica.....	25
1.5. Limitaciones.....	25
1.6. Objetivos.....	25

1.6.1.	Objetivo General	25
1.6.2.	Objetivos Específicos	25
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		26
2.1.	Antecedentes de la Investigación.....	26
2.1.1.	A Nivel Internacional	26
2.1.2.	A Nivel Nacional.....	31
2.2.	Marco Conceptual.....	36
2.2.1.	Infraestructura Vial	36
2.2.2.	Suelos	39
2.2.3.	Estabilización Suelos.....	42
2.2.4.	Criterios Para Determinar la Estabilización de Suelos.....	47
2.3.	Definición de Términos	48
2.3.1.	Estabilización de Suelos.....	48
2.3.2.	Suelo.....	48
2.3.3.	Cohesión.....	48
2.3.4.	Calicata.....	48
2.3.5.	Aditivo.....	49
2.3.6.	Mecánica de Suelos.....	49
2.3.7.	Valor Relativo de Soporte Normal del Suelo.....	49
2.3.8.	Pavimento.....	49
2.3.9.	Subrasante	49
2.3.10.	Estabilizador.....	50
2.4.	Hipótesis	50
2.4.1.	Hipótesis General	50

2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	50
2.5.	Variables	50
2.5.1.	Definición Conceptual de la Variable	50
2.5.2.	Definición Operacional de la Variable.....	51
2.5.3.	Operacionalización de la Variable	53
CAPITULO III: METODOLOGÍA		54
3.1.	Método de Investigación.....	54
3.2.	Tipo de Investigación.....	54
3.3.	Nivel de Investigación	55
3.4.	Diseño de Investigación.....	55
3.5.	Población y Muestra	55
3.5.1.	Población.....	55
3.5.2.	Muestra.....	56
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	56
3.6.1.	Recolección de Información.....	56
3.6.2.	Experimentación.....	58
3.6.3.	Procedimiento y Análisis de Datos	58
CAPITULO IV: RESULTADOS		60
4.1.	Exploración de Campo.....	60
4.2.	Ensayos de Mecánica de Suelos-Suelo Natural.....	61
4.2.1.	Análisis Granulométrico por Tamizado	61
4.2.2.	Contenido de Humedad.....	63

4.2.3.	Límites de Consistencia	64
4.2.4.	Clasificación Granulométrica SUCS-AASHTO	65
4.2.5.	Proctor Modificado	68
4.2.6.	Valor de la Relación de Soporte-CBR	69
4.3.	Ensayos de Mecánica de Suelos-Suelo Estabilizado	71
4.3.1.	Proctor Modificado Estabilizado.....	71
4.3.1.1.	Proctor modificado-estabilizado con cal	72
4.3.1.2.	Proctor modificado-estabilizado con cemento	73
4.3.1.3.	Proctor modificado-estabilizado con estabilizador z con polimeros (EZP)	74
4.3.2.	Valor de la Relación de Soporte CBR Estabilizado.....	75
4.3.2.1.	CBR-estabilizado con cal	77
4.3.2.2.	CBR-estabilizado con cemento	78
4.3.2.3.	CBR- estabilizado con estabilizador z con polimeros (EZP).....	79
4.3.3.	Límites de Consistencia Estabilizado.....	80
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		83
CONCLUSIONES		86
RECOMENDACIONES.....		88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		89
ANEXOS		93
ANEXO 01: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CALICATAS		93
ANEXO 02: CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO		97

ANEXO 03: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA	101
ANEXO 04: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA- NATURAL	108
ANEXO 05: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ESTABILIZADO.....	112
ANEXO 06: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NATURAL	116
ANEXO 07: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ESTABILIZADO.....	120
ANEXO 08: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE CBR NATURAL	133
ANEXO 09: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE CBR	137
ANEXO 10: INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	150
ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO.....	174
ANEXO 12: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de la Subrasante acorde al CBR del suelo.	38
Tabla 2 Número de Calicatas para Exploración de Suelos.	38
Tabla 3 Clasificación de suelos según el índice de plasticidad.....	41
Tabla 4 Respuestas de los principales tipos de suelos a la estabilización con diversos aditivos.	45
Tabla 5 Operacionalización de variables e indicadores.	53
Tabla 6 Ubicación de calicatas.....	60
Tabla 7 Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-1.....	61
Tabla 8 Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-2.....	62
Tabla 9 Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-3.....	63
Tabla 10 Resultados del porcentaje de humedad.	64
Tabla 11 Resultados de los límites de consistencia.	65
Tabla 12 Resultados de la clasificación de suelos.	67
Tabla 13 Resultados del proctor modificado.	69
Tabla 14 Resultados del CBR.	70
Tabla 15 Resultados del proctor modificado estabilizado con cal.....	71
Tabla 16 Resultados del proctor modificado estabilizado con cemento.	72

Tabla 17 Resultados del proctor modificado estabilizado con estabilizador Z con polimeros (EZP).....	72
Tabla 18 Resultados del CBR estabilizado con cal.....	76
Tabla 19 Resultados del CBR estabilizado con cemento.....	76
Tabla 20 Resultados del CBR estabilizado con estabilizador Z con polimeros (EZP).	77
Tabla 21 Resultados de los límites de consistencia estabilizado con cal.....	81
Tabla 22 Resultados de los límites de consistencia estabilizado con cemento.....	81
Tabla 23 Resultados de los límites de consistencia estabilizado con estabilizador Z con polimeros.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del objeto de estudio, sector La Esperanza, Distrito de Chilca..	22
Figura 2	Estado de consistencia de los suelos.	41
Figura 3	Ficha de recolección de datos de calicatas.	57
Figura 4	Valores de límites de consistencia de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.....	65
Figura 5	Ábaco de casagrande.....	66
Figura 6	Clasificación AASHTO.....	67
Figura 7	Curva de compactación de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.....	68
Figura 8	Valores de CBR de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.	70
Figura 9	Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo cal en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.	73
Figura 10	Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.....	74
Figura 11	Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo estabilizador z con polimeros en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.	75
Figura 12	Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cal en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.	78
Figura 13	Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.	79

Figura 14 Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.	80
Figura 15 Valores de límites de consistencia de la calicata, C-2 estabilizado.....	81

RESUMEN

La presente tesis de investigación se encuentra dentro del marco del ámbito de la ingeniería civil, teniendo como problema general: ¿Cómo influye la estabilización del suelo cohesivo para vías no pavimentadas por medio de aditivos en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019?, teniendo como objetivo general: Determinar la influencia de la estabilización del suelo cohesivo para vías no pavimentadas por medio de aditivos en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019, y como hipótesis general que la adición de aditivos influye en la estabilización de suelos cohesivos para vías no pavimentadas en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019. Es una investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental pre test-post test de grupo control. La población estuvo conformada por los 0.491 kilómetros de vía de la ladera del sector La Esperanza y se tomó de muestra tres calicatas. Los resultados de la investigación demostraron que el uso de aditivos en suelos cohesivos para su estabilización demostró que mejora sus propiedades físicas y mecánicas, destacando entre ellos el aditivo químico estabilizador (Z) con polímeros.

Palabra Clave: Estabilización de suelo, aditivo, suelos cohesivos, vías no pavimentadas.

ABSTRACT

This research thesis is within the framework of the field of civil engineering, having as a general problem: ¿How does the stabilization of the cohesive soil for unpaved roads by means of additives influence the slope of the La Esperanza sector of the Chilca district Huancayo-Junín 2019?, having as general objective: To determine the influence of the stabilization of the cohesive soil for unpaved roads by means of additives on the slope of the La Esperanza sector of the Chilca district Huancayo-Junín 2019, and as a general hypothesis that The addition of additives influences the stabilization of cohesive soils for unpaved roads in the La Esperanza sector of the Chilca district Huancayo-Junín 2019. It is an applied type investigation, explanatory level and experimental design pre-test-post-test of control group. The population was made up of 0.491 kilometers of road on the slope of the La Esperanza sector and three pits were taken as a sample. The results of the research showed that the use of additives in cohesive soils for their stabilization showed that it improves their physical and mechanical properties, highlighting among them the stabilizing chemical additive (Z) with polymers.

Keyword: Soil stabilization, additive, cohesive soils, unpaved roads.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: “Estabilización de suelos cohesivos para vías no pavimentadas por medio de aditivos en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca–Huancayo–Junín, 2019”; fue elaborada según las pautas establecidas por la Universidad Peruana Los Andes, la cual tiene el objetivo general determinar la influencia de los aditivos en la estabilización de suelos cohesivos en vías no pavimentadas, a través de los ensayos de mecánica de suelos necesarios.

Las propiedades físicas mecánicas de los suelos cohesivos generalmente son críticas considerando su uso para subrasantes, lo que conlleva a los especialistas considerar la sustitución de este tipo de suelo, sin embargo, referencias indican que con el uso de aditivos estabilizantes se puede lograr mejorar sus propiedades, por tal motivo se realizó esta investigación.

El presente trabajo de investigación consta de cinco capítulos, considerándose en el capítulo I, el planteamiento y formulación del problema, el objetivo general y específico, las delimitaciones y limitaciones, el capítulo II consta del marco teórico, antecedentes, definiciones conceptuales, formulación de la hipótesis y operacionalización de variables, el capítulo III detalla la metodología, diseño y nivel de investigación, población y muestra,

capítulo IV, se precisa los resultados obtenidos en campo y en el laboratorio de mecánica de suelos. En el capítulo V se encuentra la discusión de resultados de la investigación y finalizando se encuentran las conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio sirvan de aporte a la comunidad ingenieril, para optar por la alternativa más adecuada de forma certera en las estabilizaciones de suelo cohesivo, logrando de esta manera economizar y brindar un mejor nivel de vida a la población en general, y como antecedente para estudios futuros.

En espera de su aprobación.

Gian M. Díaz Moori.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Las vías no pavimentadas que presentan suelo cohesivo, en temporadas de lluvias se deterioran fácilmente presentando lodo y erosión producto de la acumulación de agua en los desniveles, esto dificulta el tránsito peatonal y vehicular, incrementándose el costo de transporte. En épocas de verano se produce grandes cantidades de polvo generando accidentes vehiculares y afectando el bienestar de los habitantes de las viviendas aleñadas.

La pavimentación urbana es una estructura conformada por múltiples capas las mismas que son de diversos espesores según su diseño, donde la subrasante sirve de terreno de fundación, obligando de esta manera a que la subrasante tenga propiedades físico-mecánicas adecuadas para resistir y distribuir esfuerzos originados por la carga de vehículos, con el fin de obtener un tránsito confortable, seguro y económico.

El distrito de Chilca, desde el punto de vista del planeamiento urbano, se ubica dentro de la concepción de metrópoli al constituirse un centro urbano con espacio geoeconómico definido funcionalmente a partir de un centro principal por su gran volumen de población y por

sus actividades, así como por sus niveles de equipamiento, servicios y comportamientos de mercados, por lo mismo ejerce una fuerte influencia sobre espacios y centros poblados con las que intercambia intensamente flujos de población, bienes y servicios.

Sin embargo, a pesar de los innegables avances de desarrollo del distrito, existen diversas problemáticas producto de un crecimiento acelerado y desordenado con problemas ambientales, de pobreza, uso irracional del suelo, asentamiento informal en las laderas del cerro, desarticulación del sistema vial, escases de equipamiento urbano entre otros.

El crecimiento de las viviendas se ha visto incrementada de forma exponencial, según el Censo Nacional de Población y Vivienda realizado el año 2017 en el distrito de Chilca existen 25,230 viviendas (INEI, 2018), un crecimiento grande a nivel urbano ya que según el censo realizado en el año 2007 fue de 17,509 viviendas, mostrándose un incremento de 44.1% del año 2007 al año 2017, lo cual evidencia el crecimiento a nivel urbano, la población del distrito de Chilca también mostró un crecimiento amplio de 18.7% pasando de 77,392 habitantes registrados en el año 2007 a 91,851 habitantes al año 2017 (INEI, 2018).

Datos que evidencian que el distrito está teniendo un crecimiento moderado a nivel urbano, lo que conlleva al aumento de infraestructuras viales dado su importancia para el transporte vehicular, los tramos con adecuada infraestructura reducen los costos de transporte. Además, son un componente importante para el crecimiento económico y desarrollo del distrito.

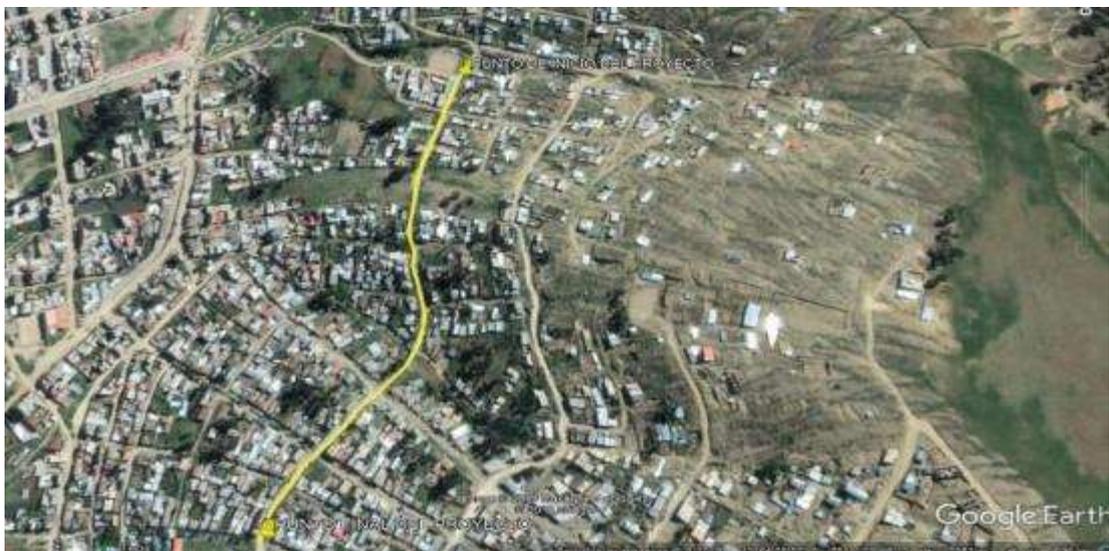
Con el pasar del tiempo el distrito de Chilca ha ido creciendo el parque automotor conllevando así a mejorar las vías no pavimentadas y pavimentadas, lo que generó se utilice diversos materiales para el mejoramiento del terreno de fundación, que sean capaces de mejorar sus propiedades mecánicas significativamente como son los aditivos estabilizadores, el cual es utilizado con mucha más frecuencia para la estabilización de la subrasante.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005), señala que el uso de estabilizadores dependiendo del espesor de cualquier de las capas del pavimento, proporciona propiedades de mejora en su desempeño a lo largo de su vida útil.

El asentamiento humano del sector La Esperanza del distrito de Chilca, se encuentra sobre suelos arcillosos, por tanto, sus propiedades físicas y mecánicas inadecuadas para la construcción del pavimento, y requiere del proceso de estabilización del terreno de fundación para cumplir las propiedades físicas y mecánicas estándares. La vía que se tomará en cuenta es la que se señala en la figura 1, la extensión es de 0.491 kilómetros.

Figura 1

Ubicación del objeto de estudio, sector La Esperanza, Distrito de Chilca.



Fuente: Google Earth.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo influye el uso de aditivos en la estabilización del suelo cohesivo en vías no pavimentadas del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín, 2019?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo de la subrasante del sector la Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019?
- b) ¿Cuáles son los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019?
- c) ¿Cuál es el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector la Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

La justificación práctica de la presente investigación es determinar la mejor alternativa de solución para mejorar la calidad de la subrasante a través de una adecuada elección de aditivos estabilizantes, logrando de esta manera contar con infraestructuras viales de calidad, con un soporte adecuado y de larga duración.

- a) Conveniencia

Es conveniente el desarrollo del presente estudio, dado que contribuye a la investigación en estabilización de suelos cohesivos para pavimentación, contribuyendo tanto en el análisis académico, social y económico para la elaboración y ejecución de proyectos del ámbito vial, tanto local o nacional.

1.3.2. Científica o Teórica

La importancia teórica de la presente investigación es determinar las propiedades físico mecánica de los suelos cohesivos con aditivos estabilizantes, el cual servirá de base, enriqueciendo el marco teórico para otras investigaciones similares dentro de la estabilización de suelos de la ingeniería de transportes.

Además, en el presente estudio se empleó las normas técnicas peruanas del reglamento nacional de edificaciones, así como manuales publicados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, debido a su importancia para la corroboración de los datos en las pruebas de laboratorio.

1.3.3. Metodológica

Es una investigación de tipo aplicada, de nivel explicativo, diseño experimental pre test-post test de grupo control y de enfoque cuantitativo.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La delimitación espacial de la investigación se circunscribe en la Av. Proceres del sector La Esperanza, Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Región Junín, por ser una vía principal la cual se encuentra al pie de la ladera de dicho sector.

1.4.2. Temporal

El periodo en que se realizó la presente investigación fue durante el año 2018 y 2019.

1.4.3. Económica

Los recursos para la ejecución del proyecto de investigación fueron recursos propios del investigador.

1.5. Limitaciones

La principal limitante fue de carácter técnico, dado que no se cuenta en el medio con laboratorios certificados para análisis de CBR, así también el aspecto económico que no permitió realizar mayores análisis en laboratorios altamente especializados.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la influencia del uso de aditivos en la estabilización del suelo cohesivo en vías no pavimentadas del sector La Esperanza del distrito de Chilca –Huancayo – Junín, 2019.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019.
- b) Determinar los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019.
- c) Determinar el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector la Esperanza del distrito de Chila-Huancayo-Junín 2019.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. A Nivel Internacional

Altamirano, Genaro; Díaz, Axell (2015) sustentó la tesis “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas” de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua para obtener el grado de Ingeniero Civil, el cual tiene como objetivo general estabilizar los suelos cohesivos de las vías en la comunidad San Isidro del Pegón, municipio de Potosí departamento Rivas, con una mezcla de cal hidratada. Las vías de la comunidad San Isidro, presenta múltiples puntos afectados producto de lluvias (ver anexos, apéndice a), mediante el reconocimiento a lo largo de estas, se ubicaron los puntos con mayores afectaciones y siendo estos en parte puntos obligados a lo largo de estas vías; aunque en esta comunidad no existen grandes edificaciones, posee un gran potencial económico. De 4 puntos específicos se extrajeron muestras de suelos, las cuales se catalogaron según su color y textura, sin embargo, luego de secarlos en horno y determinar la humedad, se notó la predominancia de 6 muestras a las que se procedió analizar para determinar sus propiedades. Al analizar estas muestras se obtuvo que el suelo que predomina es un A-7-6 que según la normativa AASHTO son suelos con baja capacidad de

carga, un alto índice de plasticidad; además de un alto porcentaje de expansión debido al cambio de la humedad. Estos datos de laboratorio se muestran en la tabla 6.13; no obstante, el estrato número 1 de la calicata 4 es un suelo A-6, aunque no posee las mismas características que el suelo descrito anteriormente, no deja de ser un suelo con condiciones no deseables en un proyecto vial. Luego de haber caracterizado y clasificado este suelo, se mezclaron las 5 muestras que correspondía a la clasificación A-7-6, y se determinó su índice de plasticidad; a partir de este punto se propusieron las dosificaciones mostradas en la tabla 6.8. Debido a que eran demasiados ensayos para realizar, se retomaron los porcentajes en los que hubiese mayor cambio siendo estos los de 3, 6, 9, y 12 por ciento. Al determinar las propiedades con estos porcentajes se obtuvo una mejora significativa en cuanto a la plasticidad, densidad de compactación; se aumentó la humedad requerida en este proceso debido a la reacción exotérmica producida entre la cal y la arcilla, se aumentó significativamente la capacidad de soporte del suelo. Aunque no se cumplió con el parámetro de expansión propuesto en la tabla 2.2, se logró un resultado aceptable. De los porcentajes anteriores se determinó que con 9 por ciento de cal se obtenían las mejores condiciones de suelo cumpliendo con la mayor parte de las propiedades propuestas en la tabla 2.2, (ver tabla 7.1). Ciertamente la expansión o hinchamiento es la propiedad con mayor incidencia en estos suelos, logrando una reducción del 61 por ciento con la adición óptima de cal.

Por su parte, Hernandez, Mejía, y Zelaya (2016) sustentó la tesis “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador”, para obtener el grado de Ingeniero Civil en el que el objetivo de la investigación que desarrollaron fue el análisis del comportamiento de un suelo arcilloso a través de la aplicación de cal como estabilizador; la metodología empleada es de una investigación de tipo experimental, con ensayos realizados en laboratorio. La población es la vía de pavimento rígido de la facultad multidisciplinaria oriental

de la Universidad de El Salvador y selección de la muestra fue la más desfavorable del lugar de estudio para su posterior estabilización, esta selección se hace en base a la plasticidad del suelo, siendo este uno de los principales factores por los que falla una estructura. Los resultados obtenidos evidencian un valor de CBR bajo de 1.93 del suelo en su estado natural, con el uso de la cal se incrementó el CBR en un 54%, se reduce la plasticidad de 54% a 0%, reducción del hinchamiento en un 88%. En base a los resultados obtenidos se concluye que el terreno en su estado natural no es apto para servir de subrasante de pavimento rígido, es catalogado como subrasante de mala calidad, mientras que, con la aplicación de cal, este suelo mejora en un buen porcentaje, siendo apto para ser utilizado como subrasante de pavimentación, asimismo ayuda mantener o incluso reducir el costo del proyecto en terrenos con arcillas muy plástica, debido a que no habrá necesidad de requerimiento de este tipo de tierra que se mezcla muy bien con la cal, además el cal facilita la compactación de suelos al ayudar el secado de suelos húmedos.

Núñez, Galo; Fiallos, Jéssica (2016) sustento la tesis “Análisis comparativo de la estabilización de un suelo cohesivo (arcilloso) por tres métodos químicos cal, cloruro de calcio y sulfato de calcio (yeso)” de la Universidad Técnica de Ambato de Ecuador para obtener el grado de Ingeniero Civil, el cual tiene como finalidad comparar los resultados obtenidos de un estudio de estabilización de un suelo cohesivo (arcilla), por tres métodos químicos: cal, cloruro de calcio y sulfato de calcio (yeso). Se obtuvo la muestra de arcilla de la ciudad del Puyo, para determinar las propiedades índice y técnicas del suelo, se realizó el sondeo por medio de una calicata, de la cual se extrajo tres muestras inalteradas de arcilla; así como el ensayo de cono y arena de Ottawa bajo la norma AASHTO T-205, ASTM D- 2167 y los ensayos de penetración de cono estático y dinámico con la norma AASHTO-T49-93. Fueron ejecutados los ensayos de laboratorio posterior a la pulverización de la muestra, se desarrolló los ensayos de Límites de Atterberg para la identificación del suelo, bajo el sistema unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Se analizó el valor de CBR que se obtuvo después de

realizar el ensayo de próctor modificado donde se determinó el contenido óptimo y la densidad máxima con la norma AASHTO T180. Se procede a ejecutar bloques con las mezclas del suelo más el componente químico a diferentes porcentajes 5% ,10% y 15%, es decir arcilla-cal, arcilla cloruro de calcio y arcilla-sulfato de calcio (yeso). Los bloques (muestras) se dejan en curado 7, 14 y 21 días respectivamente, para luego proceder con el ensayo a compresión, donde se determina la resistencia máxima de cada estabilización. Se tiene resultados para la estabilización de arcilla-cal con el 5% y 10% a los 14 días de curado se obtiene una mejor carga admisible, así como con el 15% a los 21 días. Asimismo, se tiene resultados para la estabilización de arcilla-yeso con el 5% a los 7 días de curado se obtiene una mejor carga admisible, así como con el 10% y 15% a los 21 días. Finalmente, se tiene resultados para la estabilización de arcilla-cloruro de calcio con el 5% a los 14 días de curado se obtiene una mejor carga admisible, así como con el 10% y 15% a los 21 días. Por lo que, se concluye que la mezcla arcilla-yeso y arcilla-cloruro de calcio, no se puede considerar para la estabilización de una subrasante debido a que no cumplen con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Obras Publicas de la Republica del Ecuador en la sección 402 de mejoramiento de la subrasante.

Mauricio, Lucero (2018) sustento la tesis “Estudio de estabilidad de taludes de suelo cohesivo con suelo-cemento ante la acción de lluvias en la zona central de Chile” de la Universidad de Talca de Chile para obtener el grado de Ingeniero Constructor el cual tiene como objetivo general evaluar el efecto erosivo producido por la lluvia en taludes de suelo cohesivo mezclado con cemento en la región del Maule. El suelo utilizado se considera un suelo pobre como subgrado de acuerdo con el sistema de clasificación AASHTO, pero al ser mejorado con un porcentaje alto de cemento, su comportamiento mejora notablemente, pudiendo ser utilizado con otros fines. A pesar de que los ensayos no tuvieron un nivel de precisión de alto, fue posible distinguir a simple vista que la adición de cemento mejora

notablemente la resistencia de los taludes a la erosión (en función del porcentaje de cemento añadido). Es por esto que el uso de mezclas de suelos cohesivos con cemento, puede ser una alternativa totalmente factible para la protección de ciertos taludes bajo algunas condiciones específicas. Una condición necesaria es la disposición de un suelo cohesivo apropiado próximo a la faena, lo que puede disminuir los costos en este tipo de proyectos. Finalmente se puede concluir que, a pesar de algunas condiciones desfavorables, la adición de cemento mejora notablemente la capacidad de un suelo cohesivo de resistir la erosión producto del escurrimiento de agua.

Parra, Manuel (2018) sustento la tesis “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” de la Universidad Católica de Colombia para obtener el grado de Ingeniero Civil, el cual tiene como objetivo general realizar la estabilización química de un suelo (caolín), mediante la adición de cal y ceniza en diferentes porcentajes para determinar la dosificación óptima de estabilizante, por medio de la resistencia a la compresión y a la tracción. Como bien se planteó en los objetivos, mediante el análisis de los ensayos de compresión y tracción fue posible plantear comparaciones con los dos materiales estabilizantes, en donde, se pudo observar que independientemente del porcentaje de adición de cal viva, fue notorio el aumento de la resistencia en dichos cuerpos de prueba, lo que permite ratificar la versatilidad de este material en la estabilización de tipo química en los suelos con altos contenidos de arcilla. No obstante, los parámetros de esfuerzo máximo y rigidez tienen una tendencia creciente para la cal viva, debido a la reacción que se genera con el agua disuelta (secado), lo que apoya la idea de que este material indiscutiblemente es una buena opción para el tratamiento de suelos, especialmente por su economía y facilidad en cuanto a su uso. En cuanto al uso de la ceniza volante, escogido como material alternativo, se puede concluir que no mostro a compresión un comportamiento tan satisfactorio como la cal viva y como efecto negativo se observó que fue el material con mayor deformación unitaria (9,8% aproximadamente, comparativamente con

la cal, cuya deformación máxima fue de 5.7% y la muestra de control, que fue del 1,8%). Esta deformación del 9,8%, es un indicativo de que, al adicionar ceniza, el cuerpo de prueba se vuelve más dúctil lo que limita el aumento de la resistencia a la compresión. Se concluye además que, en la aplicación del ensayo de compresión, el porcentaje óptimo de cal viva es del 4% en lo que refiere a esfuerzo máximo, del 8% en lo que refiere a rigidez y del 8% en lo que refiere a deformación (menor deformación). Para la ceniza, el porcentaje óptimo en lo que refiere a esfuerzo máximo fue del 4%, del 4% en lo que refiere a rigidez, y del 8% en lo que refiere a deformación.

2.1.2. A Nivel Nacional

Palli (2015) sustentó la tesis “guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román”, para obtener el grado de ingeniero civil en el que desarrollaron una investigación con el objetivo principal de determinar la influencia de la estabilización de suelos con cal en las propiedades mecánicas de los suelos plásticos y elaborar una guía básica para estabilización de suelos en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román, el tipo de investigación desarrollado es experimental por que se manipula una acción con el fin de analizar los resultados posibles, permitiendo la comparación de un antes y después de la adición de cal al suelo del grupo experimental, que en este caso son dos canteras de la provincia de San Román. La población de estudio está constituida por las canteras de suelos plástico ($IP \geq 12$) de la provincia de San Román en actual explotación para la construcción de carreteras y la muestra se determinó a criterio no probabilístico, siendo objeto de estudio 2 canteras “Salida Arequipa” y “Salida Puno”. Los resultados evidencian una mejora de las propiedades mecánicas del suelo al añadir la cal, producto del intercambio iónico y floculación entre el suelo y la cal; asimismo se genera un incremento del valor de CBR cumpliendo los estándares de la EG-2013. En la cantera

número 1 se determinó un porcentaje óptimo de cal de 2% para mejorar el CBR, mientras que en la cantera número 2, el porcentaje óptimo es de 1%, con estos porcentajes son considerados aptos para la conformación de afirmados. Finalmente afirman que la aplicación de cal, disminuye el índice de plasticidad de los suelos, debido a que incrementa el límite plástico y reduce el límite líquido en los suelos analizados.

Dela Cruz Gutierrez & Salcedo Rojas (2016) sustentaron la tesis “estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en Palian Huancayo – Junín”, para obtener el grado de ingeniero civil en el que desarrollaron una investigación con el objetivo principal de evaluar la influencia del aditivo Eco Road 2000 en las propiedades de los suelos cohesivos en el anexo de Palian – Huancayo – Junín” en el marco metodológico con tipo de investigación explicativo y nivel de investigación descriptivo, analítico y experimental; en la cual buscaron la influencia del producto Eco Road 2000, un aditivo utilizado para la estabilización de suelos, en la propiedad de los suelos cohesivos. “Para ello la investigación se realizó en los anexos de Palian, con una metodología científica, empleando como muestra 10 calicatas de vías no pavimentadas, obtiene los siguientes resultados: El empleo del aditivo Eco Road 2000 evidencia cambios notables en la parte física y mecánica, porque con el aditivo se acelera el proceso de contracción y expansión del suelo; dentro de las calicatas con mejor reacción al suelo se tiene a C-4, C-5, C-7, C-8, C-10, estas calicatas tienen un alto porcentaje de finos, siendo 71.30%, 73.5%, 74% 81.6%, 74.8%, respectivamente; los ensayos demuestran que la dosificación planteada en las especificaciones técnicas del producto (1 litro por 15m³) fueron superadas en un 57% con dosificaciones de 1lt/19 m³; así mismo los ensayos demuestran que siete calicatas superan el 40% de la Relación de Soporte de California (por siglas en inglés CBR) y con ello cumplen para material de sub base, mientras que tres calicatas cumplen para sub rasante extraordinaria (>30%) y sub rasante buena (de 20 a 30%) con 38.55% 36.1% y 21.7% de CBR; en cuanto a costos, este aditivo al

ser aplicado reduce los costos, el 49% en pavimento flexible y 57.3% en pavimento rígido. De los resultados se concluye que el aditivo Eco Road 2000 realiza cambios tanto en la parte física como mecánica acelerando la contracción y expansión en la estabilización de los suelos; la presencia de mayor cantidad de finos en el suelo hace que el aditivo reaccione mejor; el aditivo Eco Road 2000 es rentable para el uso.

Cuadros C. (2016) sustentó la tesis “Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio-2016”, para obtener el grado de ingeniero civil en el que desarrollaron una investigación con el objetivo principal de Determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico–mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín” en el marco metodológico con “tipo de investigación aplicada y tecnológica, el nivel de carácter descriptivo – explicativo, el diseño experimental y el enfoque de investigación cuantitativa; que permitió describir y explicar la influencia del óxido de calcio como estabilizante químico de suelos y determinar el óptimo porcentaje de óxido de calcio, además de determinar las mejoras que produce la estabilización química mediante su uso, asimismo analizar y comparar los costos entre la estabilización física y química. la población fue la red vial departamental ruta JU- 108, tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, en el distrito de Pariahuanca y la muestra fue de tipo no probabilístico, dirigido o por conveniencia, conformado por un grupo de ensayos de mecánica de suelos y procedimientos de Ingeniería; para el efecto se aplicaron las Normas del MTC vigentes, se realizó los estudios de tráfico vehicular y además cuatro calicatas a cielo abierto para su análisis y experimentación con la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio. Se concluyó que la estabilización química con Óxido de Calcio influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, obteniendo como porcentaje óptimo la adición

del 3% de óxido de calcio en peso de suelo, reduciendo el índice de plasticidad de un suelo natural con un IP de 19.08% a un IP de 4.17% posterior a su estabilización, así mismo aumenta significativamente el valor de C.B.R. de un 4.85% para suelo natural a un valor de C.B.R de 15.64% posterior a su estabilización, además se demostró una ventaja económica de la estabilización química con óxido de calcio frente a la estabilización física por el método de combinación de suelos, con una considerable reducción de costos de un 44.41%. Palabras clave: subrasante, estabilización química, óxido de calcio.

Chura y Romero (2017) sustentaron la tesis “Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPEU Juliaca”, para obtener el grado de ingeniero civil en el que realizan un estudio con el objetivo de buscar la estabilización de los suelos cohesivos, a través del empleo de cemento, geotextil cal y geomallas. Esta investigación científica es de tipo cuantitativo, con un diseño experimental y comparacional, se realizó ensayos en laboratorio para la extracción de caracterizaciones y muestras, las variables independientes son CBR, la compactación (k) y las características físicas (LL, LP, IP), mientras que la variable dependiente son los espesores del pavimento. De los resultados se llega a determinar que la estabilización empleando cal y cemento cambia las características considerablemente de la sub rasante existente, con un incremento en su % de CBR y mejora de plasticidad; el porcentaje optimo en el diseño de estabilización con cemento es 4%, y 3% con cal; el CBR ha aumentado en promedio de 15.6% a 29.2% con cemento y de 15.6% a 25% con cal, siendo técnicamente favorable para estabilizar la sub rasante en suelos cohesivos, ya que sus características de resistencia y mecánica son mejores que el suelo natural; la disminución del espesor de la base y sub base, se logra con el empleo de cal y cemento como estabilizador, además con el empleo de geomallas y geotextil como refuerzos se mejora el diseño de pavimento de acuerdo con el método del MTC-2014; es favorable al ambiente el uso

de geomallas y geotextil, debido a que no se explotará materiales de préstamo que perjudica la flora y fauna.

Castillo (2018) sustentó la tesis “Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca - Huaso, La Libertad, 2018”, para obtener el grado de ingeniero civil en el que desarrollaron una investigación con el objetivo principal de determinar la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018”. “La presente tesis demostró las ventajas que se obtienen al estabilizar suelos cohesivos entre los sectores Calamarca y Huaso con el aditivo químico PROES más cemento Portland para usarlo como subrasante mejorada de pavimentos. Una de ellas fue mejorar la capacidad de soporte del suelo y la otra fue demostrar que el uso de ambos aditivos permite disminuir los costos de la construcción respecto a una estructura tradicional de pavimento. Este estudio es de tipo experimental puro, pues se manipuló la dosificación del aditivo PROES hasta determinar el óptimo porcentaje para obtener el máximo CBR. La metodología se basó en el estudio de tráfico, los estudios de mecánica de suelos, ensayos especiales como CBR y Proctor Modificado, y el diseño del pavimento mediante el método AASHTO 93. Con estos datos, se realizó el diseño de pavimento con y sin el uso de aditivo PROES más cemento Portland para verificar su conveniencia en cuanto a costos. Para la recolección de datos se utilizó como técnica la observación y como instrumento la guía de observación, para definir los principales problemas que afectan a la carretera. La población fue el suelo adyacente a la carretera de 10 km que une los sectores Calamarca y Huaso, con muestra de 10 calicatas se realizó el ensayo de CBR en tres puntos entre Calamarca – Huaso y se determinó que con la adición de 0.27 L/m³ del aditivo líquido PROES y 45 Kg/m³ de cemento Portland, el CBR de las tres muestras evaluadas aumentaron de 6.90% a 109.80%, de 7.57% a 116.40%, y por último de 7.54% a

114.28%, aumentando en más de quince veces el CBR del suelo natural. A su vez, se compararon los costos por Kilómetro de los pavimentos con y sin aditivo PROES más cemento Portland. El pavimento con aditivo PROES y cemento Portland tiene un costo de S/ 368,487.90 por Km y el pavimento sin aditivos, de S/ 436,465.92 por Km, el cual supera en 18.45% al primero. También, se demostró que el tiempo de ejecución del pavimento con aditivos disminuye en 30.77% respecto a uno sin aditivos. La investigación concluye que existe viabilidad técnica y económica para la construcción de pavimentos empleando aditivo PROES más cemento Portland como estabilizadores de suelos.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Infraestructura Vial

a) Caminos y carreteras

De acuerdo a Alonzo & Rodríguez (2005) mencionado en (Castillo, 2018) la carretera constituye en una obra de infraestructura que se emplea para el tránsito vehicular, siendo una vía de comunicación para los poblados.

b) Pavimentación

Chura & Romero (2017) mencionan que el pavimento está conformado por un conjunto de capas, con material adecuado que sirve de superficie de rodamiento y constituyendo el soporte directo del tránsito, y a su vez distribuyen disipadamente a los estratos que se encuentran por debajo. El pavimento mejora las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.

El pavimento está conformado por tres capas, la base, subbase y la capa de rodadura, el MTC (2014), detalla las características y especificaciones técnicas de cada capa de la siguiente forma:

- *Capa de rodadura o carpeta asfáltica*

Esta capa es la que recibe directamente el tránsito vehicular y peatonal, debido a que es la parte superior del pavimento. Asimismo, hay dos tipos de pavimento, el pavimento flexible constituido por material bituminoso, y presenta mayor deformación de la superficie de rodadura, generando a su vez mayor tensión en la subrasante, el otro es el pavimento rígido constituido por adoquines o concreto de cemento Portland, teniendo una adecuada distribución de carga y generando menor tensión en la subrasante (Coronado, 2002).

- *Base*

La base se ubica entre la carpeta asfáltica y la subbase, la función que cumple es sostener, distribuir y transmitir la carga generada por el tránsito; teniendo material granular drenante con $CBR \geq 80\%$, o caso contrario de no cumplir con esta propiedad, será tratada con cemento, cal, o asfalto.

- *Subbase*

Es la capa inferior que sostiene a la carpeta asfáltica y a la base. Esta capa sirve para controlar la capilaridad del agua y el drenaje, el material del que este compuesto puede ser de material granular con $CBR \geq 40\%$, caso contrario puede ser tratado con cemento, cal o asfalto. Sin embargo, esta capa puede evitarse dependiendo del diseño, dimensión y tipo de pavimento.

Asimismo, señala lo siguiente:

- *Subrasante*

La subrasante es el soporte sobre el cual se ubica la estructura del pavimento, es decir constituye la capa entre el terreno natural y el pavimento. El suelo que lo compone debe ser de características aceptables, para el soporte adecuado de la carga del transporte, además la calidad de la subrasante es la que determina el espesor del pavimento (Coronado, 2002).

En función a su CBR, el MTC (2014) organiza en 6 categorías a la subrasante como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 1
Categorías de la Subrasante acorde al CBR del suelo.

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2014)

En el proceso para determinar las características físico-mecánicas de la subrasante, se realizan excavaciones de calicatas, cuya profundidad recomendada según el MTC (2014) es de 1.5 metros, ubicándose longitudinalmente de manera alternada y simétrica de acuerdo al tipo de carretera como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 2
Número de Calicatas para Exploración de Suelos.

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

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
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 	
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 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Fuente: (MTC, 2014).

2.2.2. Suelos

El suelo es una capa delgada ubicada sobre la corteza terrestre, el material que lo constituye es de la alteración o degradación tanto física como química de las rocas (Crespo, 2004).

Las características físicas del suelo permiten pronosticar el comportamiento de los terrenos para cuestiones de construcción de estructuras de ingeniería.

a) Peso volumétrico

El peso volumétrico de un suelo es su peso contenido en la unidad de volumen, expresado generalmente en Kg/m³. Asimismo, se le llama peso volumétrico aparente al peso volumétrico seco y suelto, para determinar este valor se cuartea y seca el suelo en un horno, con su posterior ensayo con los instrumentos requeridos. La utilidad de su valor es la conversión de pesos a volúmenes o viceversa (Crespo, 2004).

b) Densidad

La densidad es el peso de la unidad de volumen de suelo, se distingue tres formas, la densidad sumergida, seca y húmeda (d_i , d_s , d_h respectivamente); la primera es cuando se coloca dentro de una masa de agua teniendo en cuenta el empuje de Arquímedes, mientras la segunda es cuando no contiene agua, es decir secado por instrumentos como la estufa, y la densidad humedad es la que contienen agua (Saenz, 1975).

Al respecto Crespo (2004) presenta la clasificación de la densidad agrupado en tres, la densidad absoluta que no incluye sus vacíos, la densidad aparente que incluye sus vacíos, y la densidad relativa definida como “la relación de la densidad absoluta o aparente promedio de las partículas que constituyen el suelo, a la densidad absoluta del agua destilada, a 4°C, que tiene un valor de 1 g/cm³.” (Crespo, 2004, pág. 42).

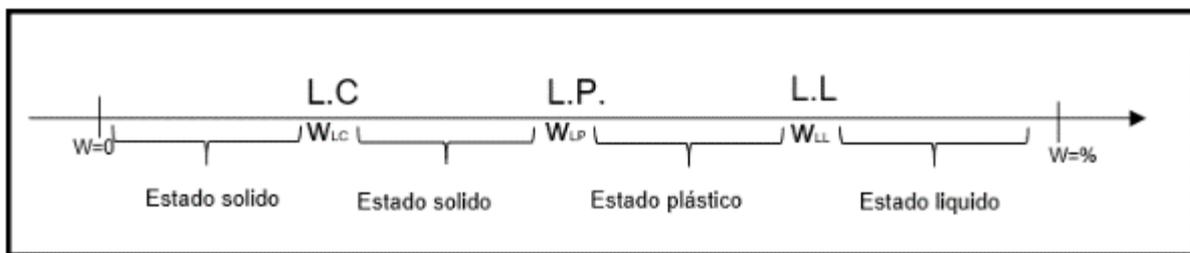
c) Granulometría

Es la división del suelo en fracciones diferentes, de acuerdo al tamaño de sus partículas. Para poder separar en fracciones se puede emplear mallas cuando son suelos con granos no muy pequeños, caso contrario se realiza mediante procesos más complicados (Rico & Hermilio, 2006). La importancia de conocer la composición granulométrica de un determinado suelo es para comprender la influencia que pueda tener en la densidad del material compactado (Crespo, 2004).

d) Plasticidad

Esta propiedad depende de los elementos finos que contiene, definiéndose como la estabilidad ante deformaciones en condiciones de humedad. El método empleado para medir la plasticidad se denomina Limite de Atterberg, el cual establece la sensibilidad del suelo respecto a su humedad, clasificando cuatro estados, el sólido, semi-sólido, plástico, líquido. ASTM International (2007) mencionado en Altamirano & Díaz (2015), señala que hay suelos que pueden pasar por diferentes estados, como la arcilla, que al añadirle agua pasa del estado sólido pasado al plástico y líquido gradualmente.

Figura 2
Estado de consistencia de los suelos.



Fuente: (Crespo, 2004).

Estos dos límites dependen del tipo y cantidad de arcilla contenida en el suelo, calcificándose como no plástico si no se puede diagnosticar el límite plástico, debido a que este principalmente depende de la cantidad de arcilla. El suelo tendrá alta plasticidad si el índice plástico supera el valor 17, medianamente plástico si el valor esta entre 7 y 17, baja plasticidad con un valor menor a 7, y no plástico si es igual a 0.

Tabla 3
Clasificación de suelos según el índice de plasticidad.

Plasticidad	Características
No plástico	Suelos exentos de arcilla
Baja	suelos poco arcillosos
Media	suelos arcillosos

Plasticidad	Características
Alta	Suelos muy arcillosos

Fuente: (MTC, 2014 pág. 37).

De las propiedades del suelo mencionadas, para Rico & Del Castillo (1977) los más frecuentes que se estudian ante problemas de estabilización son la durabilidad, compresibilidad, permeabilidad, resistencia, y estabilidad volumétrica. Y los tratamientos de estabilidad pueden mejorar simultáneamente varias de las propiedades, pero también puede darse el caso donde una propiedad es mejorada, pero en el proceso otra a otra propiedad le ocurra lo contrario.

2.2.3. Estabilización Suelos

Cuando el material del suelo no cumple con las propiedades específicas para un determinado fin, (Rico, y otros, 2005) menciona tres posibilidades de acción:

- Aceptar el suelo en su condición natural que se allá, teniendo en cuenta la calidad que implica en el diseño efectuado.
- Quitar el material inadecuado, sustituyéndolo por uno que cumpla las características requeridas.
- Realizar procedimientos que permitan modificar el material existente, adecuándolo a las propiedades requeridas.

En base a la última alternativa se dan las técnicas de estabilización de suelos, ello consiste en un conjunto de métodos mecánicos, procesos, o adición de productos naturales, químicos o sintéticos con el objetivo de mejorar las propiedades físicas de un suelo que no cumpla los requerimientos necesarios para el fin que se quiera emplear; a través de la estabilización se eleva la resistencia mecánica, se genera condiciones para la reducción de la humedad, conseguir estabilidad con poca variación volumétrica, y mayor durabilidad de la capa

(Cuadros, 2017). Por lo tanto, la finalidad principal de aplicar un estabilizador es “*transferir al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas características tendientes a mejorar sus propiedades de desempeño, ya sea en la etapa de construcción y/o en la de servicio*” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2005 pág. 4)

Los métodos de estabilización se dividen en tres, estabilización mecánica, estabilización física y química.

a) *Estabilización mecánica*

En la estabilización mecánica según (Castillo, 2018) no se producen alteraciones en su composición básica ni estructura, y se realiza mediante una repetitiva acción mecánica sobre una masa del suelo. Para el proceso se emplean equipos compactadores, buscando el incremento de la resistencia al corte con la reducción del volumen de vacíos del suelo (Angulo, y otros, 2016).

Al respecto Rico & Del Castillo (2005) mencionan que el más común es la compactación, pero dentro de la estabilización mecánica también se tiene a la estabilización por mezcla con otros suelos de diferente graduación para obtener un nuevo material principalmente con características granulométricas requeridas; sin embargo, otros autores consideran esta forma de estabilización, dentro de otro método denominado estabilización física.

b) *Estabilización física*

En la estabilización física se realiza mediante la mezcla con otros suelos el procedimiento el cual Consiste en escarificar 15 cm del suelo existente y colocar material de préstamo, para luego humedecerlos hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación.

Luego se mezclan y compactan hasta obtener la densidad y los espesores mínimos exigidos en el proyecto (Castillo, 2018 pág. 32).

Otra forma de estabilización física es la sustitución de suelos que presentan características inadecuadas para un buen funcionamiento o estabilidad de la estructura, por el cual se procede al cambio parcial o total del suelo inadecuado por otro con propiedades necesarias, para este procedimiento se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del manual de carreteras.

c) *Estabilización química*

Este método consiste en la adición de agentes estabilizantes químicos, los productos estabilizantes tienen sus especificaciones técnicas propias, a través del cual se realiza la mezcla íntima y homogénea con el suelo a tratar, buscando modificar y mejorar las propiedades y características del suelo para darle mayor capacidad de carga dinámica (Angulo, y otros, 2016). La estabilización química puede ser con el empleo de la cal, cemento Portland, escoria de fundición, productos asfálticos, cloruro de sodio, cloruro de calcio, polímeros, etc.

Gutiérrez (2010) presenta las siguientes principales características de los estabilizantes: la cal es una sustancia económica que principalmente disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos, mientras el cemento Portland usado generalmente para gravas finas o arena para incrementar la resistencia del suelo, los productos asfálticos son usados en material triturado sin cohesión, el cloruro de calcio su principal función es disminuir e impermeabilizar el polvo del suelo, el cloruro de sodio cumple misma función pero es más usado para suelos arcillosos y limosos, el hule de neumáticos, polímeros y escorias de fundición son utilizados generalmente para proporcionar mayor resistencia, mayor vida útil e impermeabilizar las carpetas asfálticas.

Los aditivos tienen diferentes efectos en los suelos aplicados (ver Tabla 4), en los suelos de tipo arena, el estabilizante recomendado es el cemento Portland, asfaltos, y arcilla de baja plasticidad, cuyo objetivo es la estabilización mecánica, aumento del peso volumétrico de cohesión e incremento del mismo; en los suelos limosos el uso del estabilizante dependerá del tipo de mineral que contenga; en suelos alófanos, se recomienda el uso de cal cuyo objetivo es aumento del peso volumétrico y acción puzolánica; en suelos de tipo caolín se recomienda uso de cemento, arena, y cal, para resistencias tempranas, estabilización mecánica, trabajabilidad y resistencia tardía; en suelos de tipo lilita se recomienda uso de cemento y cal, cuyas propiedades estabilizadas son iguales que el caolín, y en montmorillonita se recomienda la cal, para resistencia, trabajabilidad, reducción de contracciones y expansiones

Tabla 4

Respuestas de los principales tipos de suelos a la estabilización con diversos aditivos.

Componente Dominante	Estabilizante Recomendado	Objetivos
Arenas	- Arcilla de baja plasticidad - Cemento Portland - Asfaltos	- Para estabilización mecánica - Incrementar el peso Volumétrico de la cohesión. - Incrementar la cohesión.
Limos	Dependerá del tipo de minerales que contenga.	-----
Alófanos	Cal	Acción puzolánica e incremento en el peso volumétrico.
Caolín	- Arena - Cemento - Cal	- Para estabilización mecánica. - Para resistencias tempranas - Trabajabilidad y resistencia tardía.
Ilita (Mineral de Arcilla)	- Cemento - Cal	- Igual que el Caolín - Igual que el Caolín
Montmorillonita	- Cal	Trabajabilidad y resistencia reducción de expansiones y

Fuente: Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de calcio (Gutiérrez, 2010 págs. 40,41).

d) *Estabilización con cal*

El empleo de cal, se da generalmente en el tratamiento de suelos para construcción de carreteras, así mismo es un método económico y practico que abre posibilidades para mejorar las vías no pavimentadas que interconectan las zonas rurales que no presentan presupuesto alto como para llevar a cabo proyectos de pavimentación” (Altamirano, y otros, 2015). “En situaciones donde hay presencia de arcillas muy plásticas, se puede disminuir ello, además de los cambios volumétricos agregándole porciones pocas de cal, por ello constituye un método económico; para estabilizar la arcilla el porcentaje por agregar varía entre 2% al 6% respecto al suelo seco, recomendado no usar por encima del 6%, debido a que aumenta la plasticidad; asimismo los estudios necesarios que se deben realizar a los suelos estabilizados con cal son la granulometría, equivalente de arena, VRS, compresión, límites de Atterberg, y valor cementante (De la Cruz, y otros, 2016).

De los tipos de cal, los que se emplean para la estabilización de suelos son generalmente las cales aéreas, entre ellas se tiene a la cal viva, cal hidratada, cal en forma de lechada. Para el proceso de mezclado los suelos deben estar limpios, con menos del 1% de su peso de materia orgánica, índice de plasticidad menor a 10 de la fracción del suelo que pasa por la malla N° 40, tamaño del agregado grueso del suelo debe ser 1/3 de espesor de la capa compactada o menor a 50 mm, y dependerá de las especificaciones del proyecto el espesor total de la capa estabilizada con cal (Hernandez, y otros, 2016).

e) *Estabilización con polímero*

Polímero se le denomina a la gran variedad de productos que se ofrecen en la industria de construcción de carreteras, teniendo diferente composición y acción sobre el suelo, generalmente usadas en suelos arcillosos. Tienen una eficiente resistencia mecánica siendo sus propiedades mecánicas del polímero lo que los diferencie de los demás materiales. La acción

del polímero hace que cada partícula del suelo se entrelace formando una masa flexible, semi-rígida, con capacidad de carga y resistente al agua (Angulo, y otros, 2016).

f) Estabilización química con estabilizador Z con polímeros

Consiste en un procedimiento de tratamiento de suelos químicamente para formar parte de la subrasante, mejorando las propiedades del suelo natural. La dosis que se añade al suelo viene en las especificaciones técnicas del producto a usar.

La acción del Estabilizador Z se debe a sus polímeros, que, combinados al afirmado nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y sobre todo no tóxico (Condori, y otros, 2018).

2.2.4. Criterios Para Determinar la Estabilización de Suelos

Al respecto Castillo (2018) menciona que existe necesidad de estabilizar un suelo cuando se dan los siguientes casos: los siguientes criterios:

- Cuando el CBR del suelo sea menor al 6%, o si está ubicada en zonas blandas o húmedas,
- Cuando el suelo sea arcillosa o limosa,
- Cuando haya presencia de nivel freático,
- Cuando la ubicación del proyecto esté por encima a los 4 000 m.s.n.m. donde se evalúa la acción que las heladas ejercen sobre el suelo.

Así mismo dentro de los factores que este autor menciona para elegir el método de estabilización de suelo son el tipo de suelo, tipo de aditivo estabilizador, su disponibilidad y experiencia en su aplicación, uso propuesto del suelo, disponibilidad del equipo adecuado, y los costos que implica.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Estabilización de Suelos

Consiste en un proceso donde se mezclan materiales con el suelo, ya sean aditivos (estabilización química, física), o mezcla entre diferentes suelos (estabilización mecánica), con la finalidad de mejorar las propiedades de estos (Hernandez, y otros, 2016).

2.3.2. Suelo

Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan (Crespo, 2004 pág. 18).

2.3.3. Cohesión

La cohesión según Capote (2012), mencionado en Chura & Romero (2017), es resistencia máxima que un suelo tiene a la tensión, siendo producto de la interacción de muchos factores, como adherencia coloidal de las partículas, la tensión capilar de las películas de agua, la atracción electrostática de las superficies cargadas, las condiciones de drenaje y el historial de esfuerzos (Chura, y otros, 2017 pág. 35). Además, solo se presenta una verdadera cohesión las arcillas.

2.3.4. Calicata

Las calicatas son pozos exploratorios, que sirven para extraer material del suelo y ser analizados en el laboratorio de mecánica de suelos.

2.3.5. Aditivo

Se le denomina aditivo a una sustancia que se puede incorporar o agregar a otra cosa (Angulo, y otros, 2016).

2.3.6. Mecánica de Suelos

La mecánica de suelos, es la ciencia que fue fundada por Karl Von Terzaghi en 1925, consiste en la aplicación de las leyes de las ciencias naturales y físicas para la solución de problemas enmarcados dentro de la capa superficial de la corteza terrestre (Chura, y otros, 2017).

2.3.7. Valor Relativo de Soporte Normal del Suelo

El CBR es un índice que mide la resistencia del suelo, bajo determinadas condiciones de humedad y compactación (Crespo, 2004).

2.3.8. Pavimento

El pavimento está conformado por un conjunto de capas, con material adecuado que sirve de superficie de rodamiento y constituyendo el soporte directo del tránsito, y a su vez distribuyen disipadamente a los estratos que se encuentran por debajo (Chura, y otros, 2017).

2.3.9. Subrasante

La subrasante constituye la parte sobre la cual se coloca el afirmado o pavimento, la subrasante es el fondo de las excavaciones en terreno natural o la capa superior del terraplén, que soporta la estructura del pavimento, para el cual el tipo de suelo debe tener las características adecuadas, para que no esté afectada por la carga de diseño proveniente del tránsito (MTC, 2014).

2.3.10. Estabilizador

Según Condori & Huamaní (2018) es producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento (Condori, y otros, 2018 pág. 61).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La adición de aditivos influye en la estabilización de los suelos cohesivos para vías no pavimentadas en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El valor de la relación de soporte del suelo cohesivo es inadecuado para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.
- b) Los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos son adecuados para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.
- c) El valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos es adecuado para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.

2.5. Variables

2.5.1. Definición Conceptual de la Variable

- a) **Variable Independiente (x_1): Aditivo**

Se le denomina aditivo a una sustancia que se puede incorporar o agregar a otra cosa (Angulo, y otros, 2016).

b) Variable dependiente (y_1): Estabilización de suelo

Consiste en un proceso donde se mezclan materiales con el suelo, ya sean aditivos (estabilización química, física), o mezcla entre diferentes suelos (estabilización mecánica), con la finalidad de mejorar las propiedades de estos (Hernandez, y otros, 2016).

c) Variable Dependiente (y_2): Suelo cohesivo

Suelo cuyas partículas son pequeñas y se adhieren entre sí, originadas por la acción de las fuerzas moleculares, las películas de agua y por el gran contenido de arcilla.

d) Variable Interviniente: Vías no pavimentadas

Vías que se encuentran a nivel de subrasante o terreno de natural.

2.5.2. Definición Operacional de la Variable

a) Variable Independiente (x_1): Aditivo

Se utilizo aditivos como la cal, cemento y estabilizador Z con polímeros (EZP) en proporciones de 1%,3%,7% y 10% para cada tipo en relación al peso del suelo.

b) Variable dependiente (y_1): Estabilización de suelo

Se determinó realizando el ensayo de proctor modificado y ensayo de CBR, obteniendo así la cantidad de estabilizador adecuado.

c) Variable Dependiente (y2): Suelo cohesivo

Se midió las propiedades físicas del suelo como la granulometría, contenido de humedad y límites de consistencia.

d) Variable Interviniente: Vías no pavimentadas

Se determinó el porcentaje de CBR de la subrasante para posteriormente clasificarla.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 5
Operacionalización de variables e indicadores.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Variable Independiente (x1): Aditivo	Cal	Dosificación	Dosificación del 1%	Porcentaje
			Dosificación del 4%	
			Dosificación del 7%	
			Dosificación del 10%	
	Cemento	Dosificación	Dosificación del 1%	Porcentaje
			Dosificación del 4%	
			Dosificación del 7%	
			Dosificación del 10%	
	Estabilizador Z con Polímeros	Dosificación	Dosificación del 1%	Porcentaje
			Dosificación del 4%	
			Dosificación del 7%	
			Dosificación del 10%	
Variable Dependiente (y1): Estabilización de Suelo	Valor de la Relación de Soporte (CBR)	Porcentaje de CBR	Porcentaje de CBR	Ensayo de CBR
			Expansión	
	Compactación de Suelo	Proctor Modificado	Máxima Densidad Seca	Ensayo de Proctor Modificado
			Óptimo Contenido de Humedad	
Variable Dependiente (y2): Suelo Cohesivo	Propiedades Físicas	Clasificación de Suelo (SUCS y/o AASHTO)	CL-ML-OL-CH-MH-OH	Ensayo de Análisis Granulométrico
		Límites de Consistencia	Límite Líquido	Ensayo de Límites de Consistencia
			Límite Plástico	
		Índice de Plasticidad		
Variable Interviniente: Vías No Pavimentadas	Subrasante	Porcentaje de CBR	Subrasante Inadecuada: CBR < 3%	Ensayo de CBR
			Subrasante Insuficiente: De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	
			Subrasante Irregular: De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	
			Subrasante Buena: De CBR ≥ 10% A CBR < 20%	
			Subrasante Muy Buena: De CBR ≥ 20% A CBR < 30%	
			Subrasante Excelente: De CBR ≥ 30%	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

La metodología de la investigación está en función al método científico, para A. P. Kuprian (s.f) mencionado en Lino Quispe (2016), el método científico es una cadena ordenada de pasos, bajo reglas que permiten que el conocimiento avance empezando de lo conocido hasta llegar a lo desconocido. En tal sentido en el estudio se seguirá un conjunto de pasos, empezando por la recolección de información, luego acopio de muestras, pruebas de laboratorio, análisis y conclusiones.

3.2. Tipo de Investigación

El presente proyecto, por el tipo de investigación se caracterizó:

- Por su orientación: Aplicada.
- Por su técnica de contrastación: Experimental.
- Por su direccionalidad: Prospectiva.
- Por su tipo de fuente de recolección de datos: Prolectiva.
- Por la evolución del fenómeno estudiado: Transversal.
- Por la comparación de las poblaciones. Comparativa.

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es explicativo, ya que se analizará la causa y efecto de la relación de las variables.

3.4. Diseño de Investigación

La investigación obedeció a un diseño básico del tipo experimental pre test-post test de grupo control. Por lo tanto, el esquema del diseño experimental quedó modelado de la siguiente manera:

GE: O₁ - O₂

GC: O₃ X₁ O₄

O₅ X₂ O₆

O₇ X₃ O₈

Donde:

GE : Grupo experimental

GC : Grupo control

O₁, O₃, O₅, O₇ : Pre test

O₂, O₄, O₆, O₈ : Post test

X₁ : Aditivo cal

X₂ : Aditivo Cemento

X₃ : Aditivo estabilizador Z con polímeros

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

En el caso de esta investigación, la población está conformada por las vías principales del sector La Esperanza, distrito de Chilca-provincia de Huancayo, región Junín.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo es probabilístico- intencional.

La muestra está conformada por la Av. Proceres, conformada por los 0.491 kilómetros de vía, por 3 calicatas seleccionadas en forma intencional por el investigador.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1. Recolección de Información

Se recolecto información mediante una ficha de recolección de datos de calicatas en campo a cielo abierto según se aprecia en la Figura 3, esto ayudó a la realización de los estudios fundamentales para definir la estratigrafía del suelo, además de elaborar la clasificación de suelos por el método SUCS y AASTHO, entre otros ensayos necesarios como límites de Consistencia Proctor Modificado y CBR. La aplicación de la información señalada en el párrafo anterior, permitirá efectuar el análisis de los datos obtenidos, logrando así cumplir con los objetivos trazados.

Figura 3

Ficha de recolección de datos de calicatas.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CALICATAS					
ELABORADO POR: _____					
PROYECTO DE TESIS: _____					
UBICACIÓN: _____					
FECHA DE ELABORACIÓN: _____					
N° CALICATA: _____					
DIMENSIONES: _____					
MÉTODO DE EXCAVACIÓN: _____					
ALTURA DE NAPA FREÁTICA: _____					
PERFIL ESTRATIGRÁFICO: _____					
PROF. (m)	PRESENCIA DE RAÍCES(SI/NO)	PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO(SI/NO)	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA DE MATERIAL DE RELLENO (SI/NO)	PRESENCIA DE HUMEDAD (SI/NO)
			Forma del material granular, color, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.		
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
OBSERVACIONES: _____ _____					

Nota: Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Experimentación

En esta etapa se realizó ensayos de laboratorio, usando las muestras de suelo extraídas en campo, se procedió a determinar el contenido de humedad, análisis granulométrico, determinación de los límites de consistencia, proctor modificado y la prueba de Valor de la Relación de Soporte (CBR). Adicionalmente se realizó ensayos de CBR incorporando los tres tipos de aditivos por muestras separadas en proporciones de 1%, 4%.7% y 10% en función al peso de la muestra para cada tipo de aditivo, para analizar el comportamiento post test que se obtiene de cada aditivo y así llegar a un porcentaje idóneo que cumpla con las especificaciones de las categorías de la subrasante acorde al CBR que indican en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos.

Asimismo, cada ensayo realizado fue desarrollado de acuerdo a lo indicado en el manual de ensayo de materiales-2006:

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado-MTC E107.
- Determinación del contenido de humedad de un suelo-MTC E108.
- Determinación del límite de líquido de los suelos-MTC E110.
- Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)-MTC E111.
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado)-MTC E115.
- CBR de suelos (laboratorio)-MTC E132.

3.6.3. Procedimiento y Análisis de Datos

Los resultados que se lograron obtener en la etapa de la experimentación fueron procesados en cuadros descriptivos y aplicativos elaborados en hojas de cálculo, en función a

ello fue posible proporcionar el uso alternativo más adecuado en la estabilización de suelo en obras viales haciendo uso de aditivos el cual se describe en el capítulo V.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Exploración de Campo

Se realizó 3 calicatas a cielo abierto de acuerdo a lo indicado en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos **Fuente especificada no válida.** con la finalidad de conocer sus propiedades físico mecánicas, clasificándolas en calicata C-1, C-2 y C-3.

En la Tabla 6 se detalla la ubicación de las calicatas:

Tabla 6
Ubicación de calicatas

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN (m.)	COORDENADAS UTM		COTA (m.s.n.m.)
			COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	
C-1	0+000	1.50	8665359	479577	3330.13
C-2	0+200	1.50	8665078	479575	3338.74.
C-3	0+400	1.50	8664904	479475	3334.38

Nota: Datos georreferenciados coordenadas UTM WGS84-GPS Garmin.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Ensayos de Mecánica de Suelos-Suelo Natural

Se realizaron los ensayos de mecánica suelos en laboratorio de acuerdo al manual de ensayos de materiales del ministerio de transporte y comunicaciones (MTC).

4.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado

Se realizó el ensayo de análisis granulométrico de suelos por tamizado de acuerdo al MTC E 107-análisis granulométrico de suelos por tamizado.

En la Tabla 7,8 y 9 se detalla los resultados del análisis granulométrico por tamizado obtenidos de cada calicata:

Tabla 7
Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-1.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	% QUE PASA
3"	75.00	100.00
2 1/2"	62.00	100.00
2"	50.00	100.00
1 1/2"	37.50	100.00
1"	25.00	100.00
3/4"	19.00	98.83
1/2"	12.50	97.66
3/8"	9.50	88.22
1/4"	6.30	81.16
N° 4	4.75	72.67
N° 10	2.00	67.14
N °20	0.85	62.64
N° 30	0.60	60.70
N° 40	0.43	58.85

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	% QUE PASA
N° 60	0.25	56.90
N° 100	0.11	53.31
N° 200	0.08	49.63

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio.
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD

Tabla 8
Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-2.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	% QUE PASA
3"	75.00	100.00
2 1/2"	62.00	100.00
2"	50.00	100.00
1 1/2"	37.50	100.00
1"	25.00	100.00
3/4"	19.00	92.36
1/2"	12.50	86.86
3/8"	9.50	80.23
1/4"	6.30	78.76
N° 4	4.75	76.42
N° 10	2.00	71.41
N° 20	0.85	67.31
N° 30	0.60	65.56
N° 40	0.43	63.88
N° 60	0.25	62.11
N° 100	0.11	58.85
N° 200	0.08	55.50

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio.
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 9
Resultados del análisis granulométrico por tamizado C-3.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
TAMIZ	ABERTURA (mm.)	% QUE PASA
3"	75.00	100.00
2 1/2"	62.00	100.00
2"	50.00	100.00
1 1/2"	37.50	100.00
1"	25.00	100.00
3/4"	19.00	89.55
1/2"	12.50	83.52
3/8"	9.50	75.37
1/4"	6.30	73.78
N° 4	4.75	71.24
N° 10	2.00	65.81
N° 20	0.85	61.39
N° 30	0.60	59.48
N° 40	0.43	57.67
N° 60	0.25	55.75
N° 100	0.11	52.22
N° 200	0.08	48.60

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio.

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

4.2.2. Contenido de Humedad

Se realizó el ensayo de determinación del contenido de humedad de acuerdo al MTC E 108-determinación del contenido de humedad de un suelo.

En la Tabla 10 se detalla los resultados del porcentaje de humedad obtenidos de cada calicata:

Tabla 10
Resultados del porcentaje de humedad.

PORCENTAJE DE HUMEDAD		
CALICATA	MUESTRA	% DE HUMEDAD
C-1	M-1	8.38
C-2	M-1	9.63
C-3	M-1	10.4

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio.

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

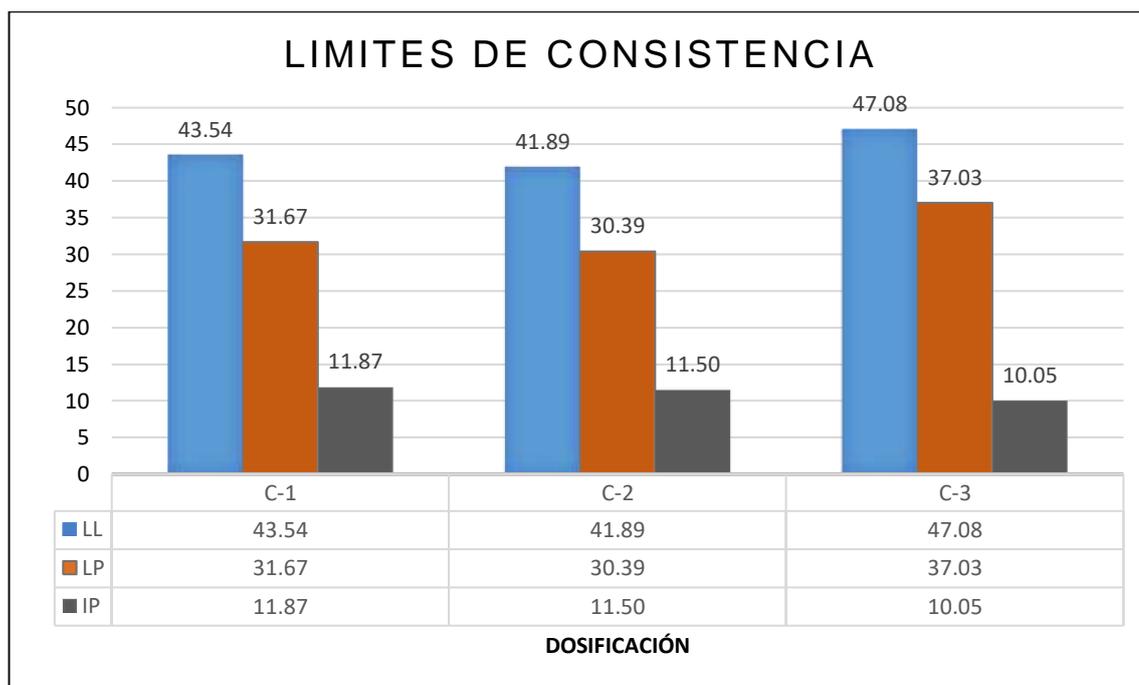
4.2.3. Límites de Consistencia

Se realizó el ensayo de determinación del límite líquido de acuerdo al MTC E 110-Determinación del Límite Líquido de los Suelos (L.L.) y MTC E 111-Determinación del Límite Plástico (L.P.) de los Suelos e Índice de Plasticidad (I.P.).

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de límite de límites de consistencia límite líquido (L.L.), límite plástico (L.P.) e índice de plasticidad (I.P.) (ver Tabla 11), se realizó la comparación de las de las calicatas C-1, C-2 y C-3 (ver Figura 4), obteniéndose como resultados porcentajes que los ubica dentro de los suelos finos y arcillosos de baja plasticidad.

Figura 4

Valores de límites de consistencia de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se detalla los resultados de los límites de consistencia obtenidos de cada calicata:

Tabla 11

Resultados de los límites de consistencia.

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
ITEM	CALICATA	MUESTRA	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	C-1	M-1	43.54	31.67	11.87
2	C-2	M-1	41.89	30.39	11.50
3	C-3	M-1	47.08	37.03	10.05

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

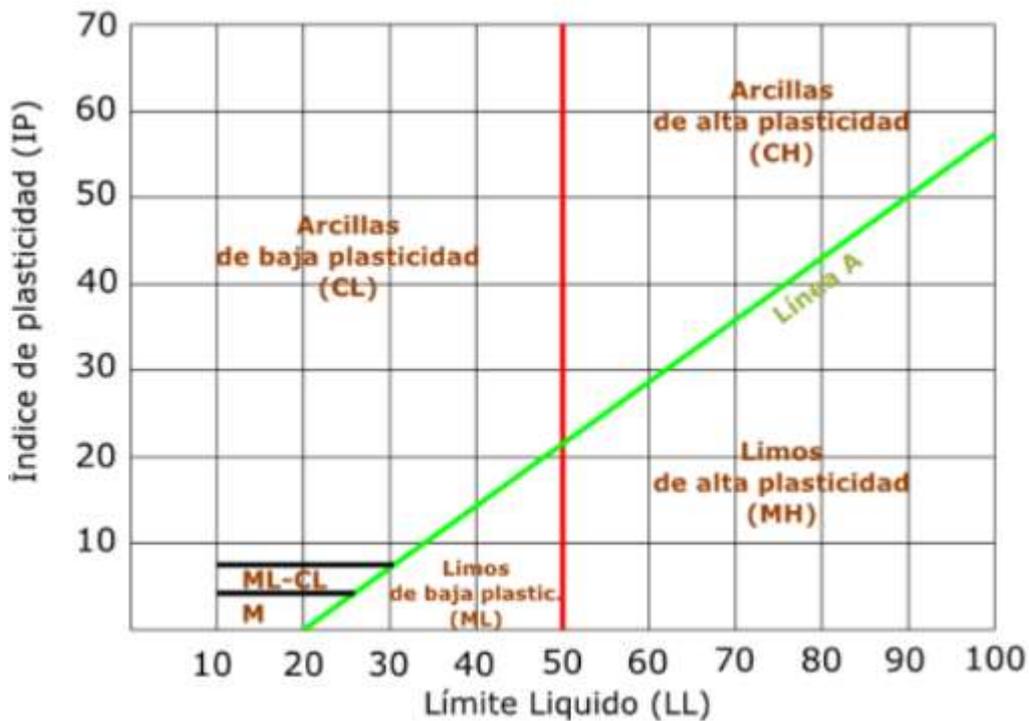
4.2.4. Clasificación Granulométrica SUCS-AASHTO

Se realizó la clasificación de las 3 calicatas exploradas de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO, la clasificación de suelos de acuerdo a la

ASTM D 2487- clasificación de suelos SUCS y la AASHTO M 145-clasificación de suelos AASHTO.

Tomando los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de análisis granulométrico (ver Tablas 7,8 y 9), y del ensayo de límites de consistencia (ver Tabla 11), se realizó la clasificación SUCS mediante el ábaco de casagrande (ver Figura 5), obteniéndose como resultado suelos Arcillosos de baja plasticidad (CL) para la calicata C-1, C-2 y C-3 (ver Tabla 12), ya que se encuentra por encima de la línea A y cuyos límites líquidos son menores a 50.

Figura 5
Ábaco de casagrande.



Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, con los mismos datos obtenidos se realizó la clasificación AASHTO mediante la clasificación basada en la AASHTO M 145 y/o ASTM D3282 (ver Figura 6), obteniéndose como resultado suelos de tipo A-7-5(4), A-7-5(5) y A-7-5(3), para la calicata C-

1, C-2 y C-3 correspondientemente (ver Tabla 12), ya que los pasantes de la maya N° 200 es mayor a 36%, el límite líquido supera el 41% y el índice de plasticidad es mayor a 11.

Figura 6
Clasificación AASHTO.

Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50 máx. 30	máx. 50 máx. 25	mín. 51 máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 W	mín. 11 PI
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o eroliosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como sub masante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.
 b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.
 c) Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-1b 100-6 (3), A-4(3), A-7-5 (17), etc.
 IG = (F-35) [(0.2+0.005 (LL-40) +0.01 (F-15)) (P-10)]

Fuente: (MTC, 2014)

En la Tabla 12 se detalla los resultados de la clasificación de suelos obtenidos de cada calicata:

Tabla 12
Resultados de la clasificación de suelos.

CLASIFICACIÓN			
CALICATA	SUCS	AASHTO	NOMBRE DEL GRUPO
C-1	CL	A-7-5 (4)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA
C-2	CL	A-7-5 (5)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA
C-3	CL	A-7-5 (3)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
 Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

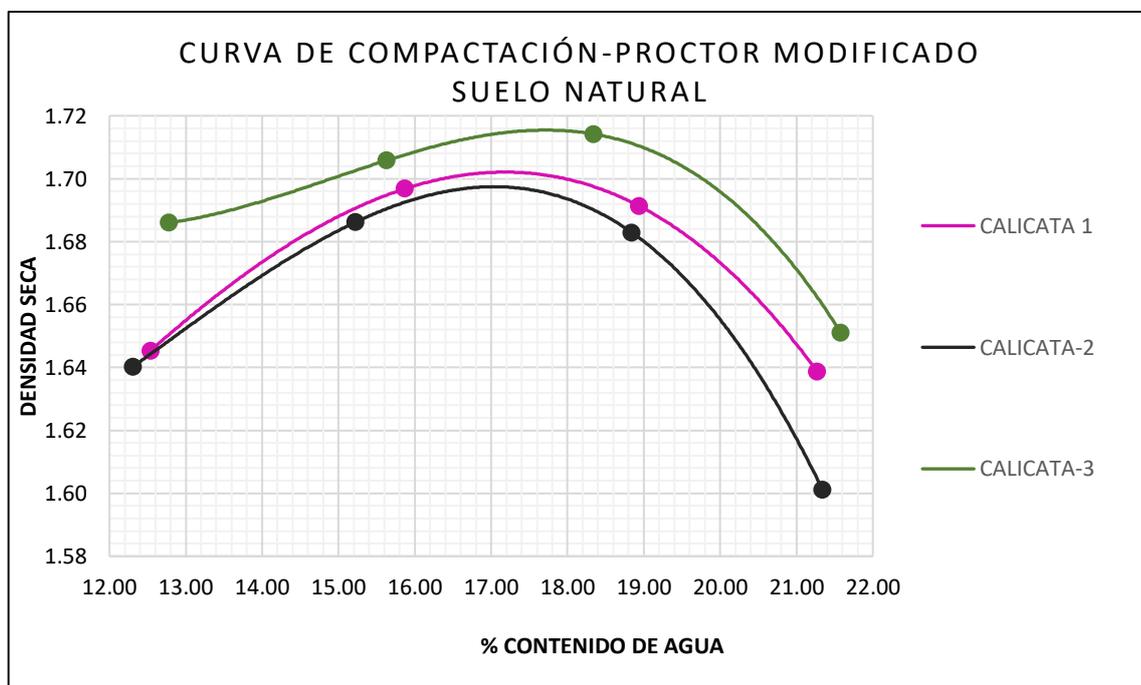
4.2.5. Proctor Modificado

Se realizó el ensayo de proctor modificado de acuerdo al MTC E 116- compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado).

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos del proctor modificado (ver Tabla 13), se realizó la comparación de las curvas de compactación de las calicatas C-1, C-2 y C-3 (ver Figura 7), obteniéndose como resultados porcentajes de humedades y densidades secas con valores bajos, siendo la calicata C-2 la más crítica con 1.697 gr/cm³ de máxima densidad seca y 17.1% de óptimo contenido de humedad, por lo que fue seleccionada para ser estabilizada mediante aditivos.

Figura 7

Curva de compactación de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se detalla los resultados del proctor modificado obtenidos de cada calicata:

Tabla 13
Resultados del proctor modificado.

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	MUESTRA	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
1	C-1	M-1	1.703	17.2
2	C-2	M-1	1.697	17.1
3	C-3	M-1	1.715	17.7

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

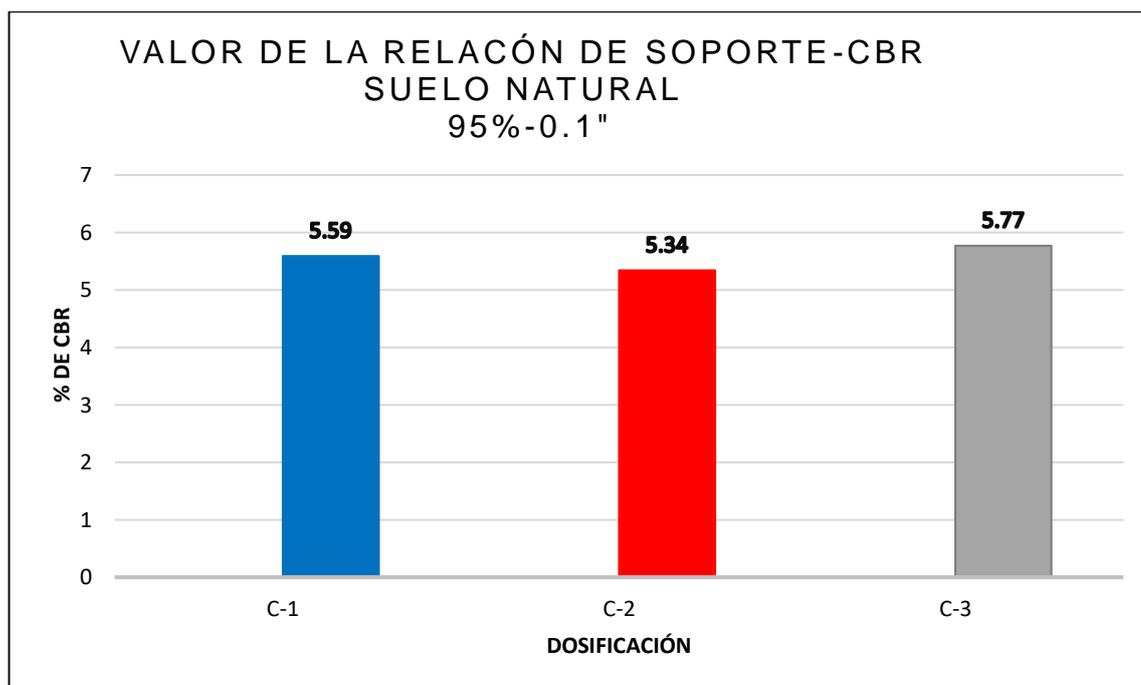
4.2.6. Valor de la Relación de Soporte-CBR

Se realizó el ensayo de CBR de acuerdo al MTC E 132-CBR de suelos (Laboratorio).

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de valor de la relación de soporte CBR (ver Tabla 14), se realizó la comparación de los valores obtenidos al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1" de las calicatas C-1, C-2 y C-3 (ver Figura 8), obteniéndose como resultados porcentajes de CBR bajos, siendo la calicata C-2 la más crítica con un 5.34%, por lo que fue seleccionada para ser estabilizada mediante aditivos.

Figura 8

Valores de CBR de las calicatas C-1, C-2 y C-3, suelo natural.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 14 se detalla los resultados de valor de la relación de soporte (CBR) obtenidos de cada calicata:

Tabla 14
Resultados del CBR.

ITEM	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. (%)			
			0.1"		0.2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-1	M-1	7.69	5.59	17.03	14.60
2	C-2	M-1	7.34	5.34	16.23	13.36
3	C-3	M-1	8.07	5.77	17.65	14.21

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

4.3. Ensayos de Mecánica de Suelos-Suelo Estabilizado

De los ensayos realizados en el numeral 4.2, se seleccionó la calicata C-2 por presentar propiedades físicas más críticas, esto con la finalidad de ser estabilizado a través de aditivos como la cal, el cemento y el estabilizador Z con polimeros (EZP), luego de ello se realizaron ensayos de mecánica suelos en laboratorio de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC),.adicionando los aditivos mencionados líneas arriba en proporciones de 1%, 4%, 7% y 10% por cada tipo.

4.3.1. Proctor Modificado Estabilizado

Se realizó el ensayo de proctor modificado de acuerdo al MTC E 116- compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) para la calicata C-2, adicionando aditivos en proporciones de 1%, 4%, 7% y 10% por cada tipo.

En las Tablas 15,16 y 17 se detalla los resultados del proctor modificado estabilizado con aditivo cal, cemento y estabilizador Z respectivamente:

Tabla 15
Resultados del proctor modificado estabilizado con cal.

PROCTOR MODIFICADO-CAL				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
1	C-2	CAL 1%	1.732	11.9
2	C-2	CAL 4%	1.745	13.3
3	C-2	CAL 7%	1.725	12.1
4	C-2	CAL 10%	1.711	13.3

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 16
Resultados del proctor modificado estabilizado con cemento.

PROCTOR MODIFICADO-CEMENTO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
1	C-2	CEMENTO 1%	1.714	13.4
2	C-2	CEMENTO 4%	1.719	13.5
3	C-2	CEMENTO 7%	1.704	14.1
4	C-2	CEMENTO 10%	1.696	14.3

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 17
Resultados del proctor modificado estabilizado con estabilizador Z con polimeros (EZP).

PROCTOR MODIFICADO-EZP				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)
1	C-2	EZP 1%	1.769	13.4
2	C-2	EZP 4%	1.798	13.3
3	C-2	EZP 7%	1.775	14.0
4	C-2	EZP 10%	1.740	14.7

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

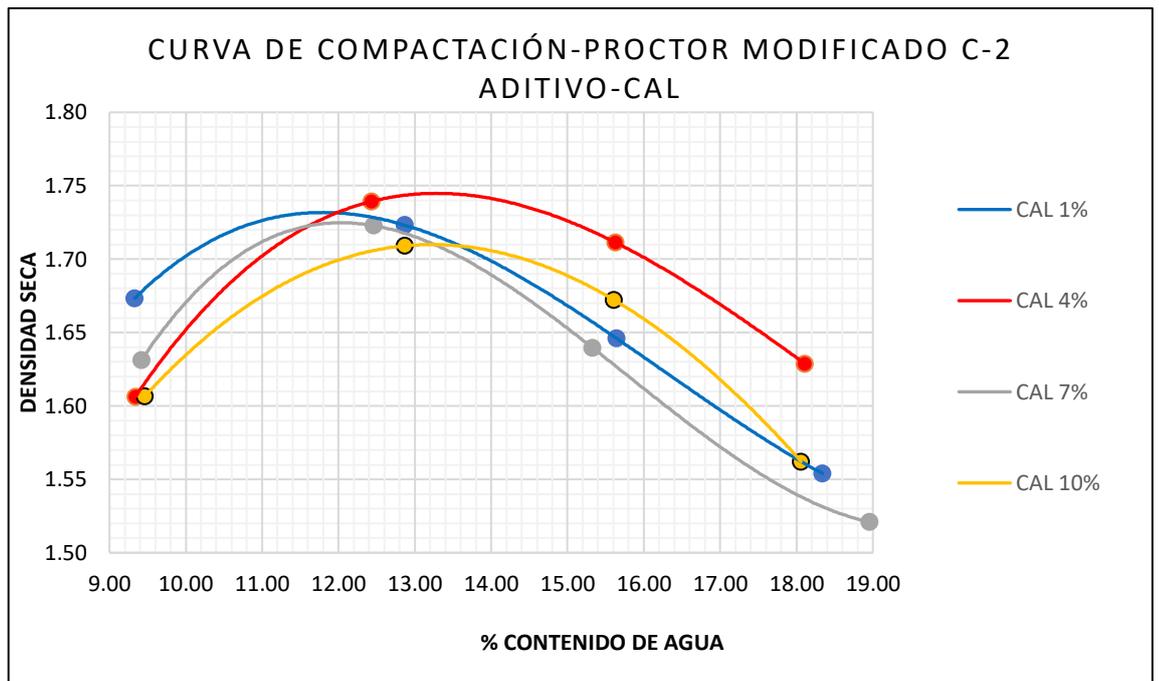
4.3.1.1. Proctor modificado-estabilizado con cal

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de proctor modificado estabilizado con aditivo cal (ver Tabla 15), se realizó la comparación de las curvas de compactación de las

dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de 1.745 gr/cm³ de máxima densidad seca y de 13.3 % de óptimo contenido de humedad (ver Figura 9), ya que existe un incremento del 2.83% y una disminución del 22.22% respectivamente, en relación al proctor modificado sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo cal.

Figura 9

Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo cal en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



Fuente: Elaboración propia.

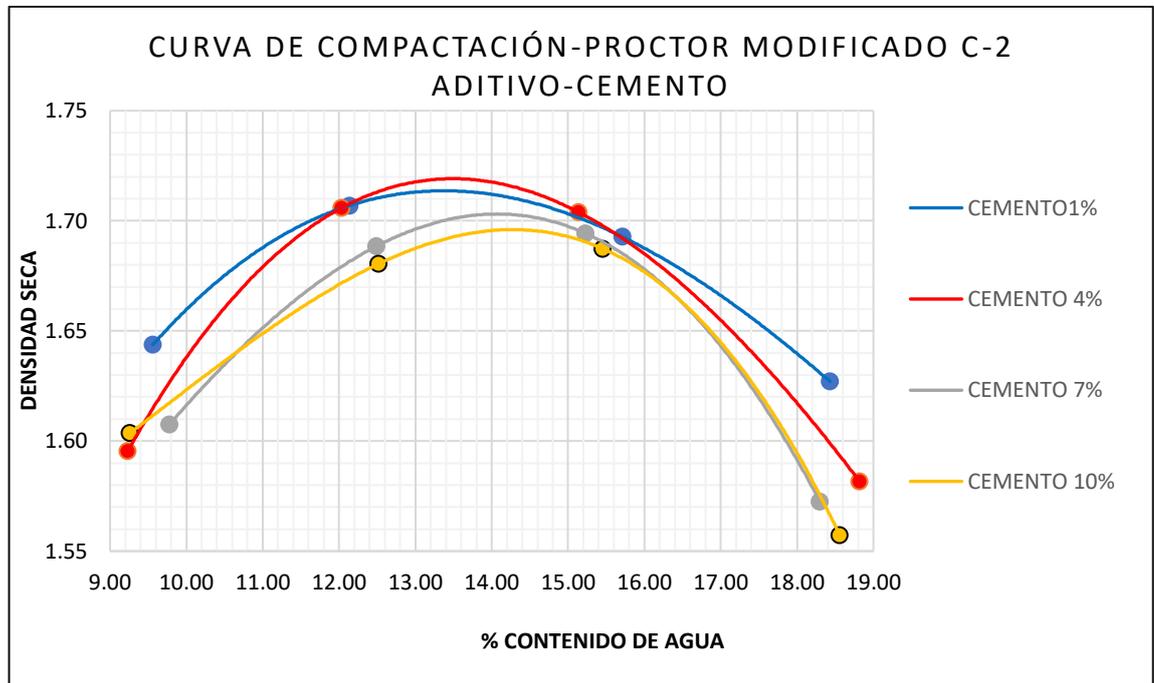
4.3.1.2. Proctor modificado-estabilizado con cemento

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de proctor modificado estabilizado con aditivo cemento (ver Tabla 16), se realizó la comparación de las curvas de compactación de las dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de 1.719 gr/cm³ de máxima densidad seca y de 13.5 % de óptimo contenido de humedad (ver Figura

10), ya que existe un incremento del 1.30% y una disminución del 21.05% respectivamente, en relación al proctor modificado sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo cemento.

Figura 10

Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



Fuente: Elaboración propia.

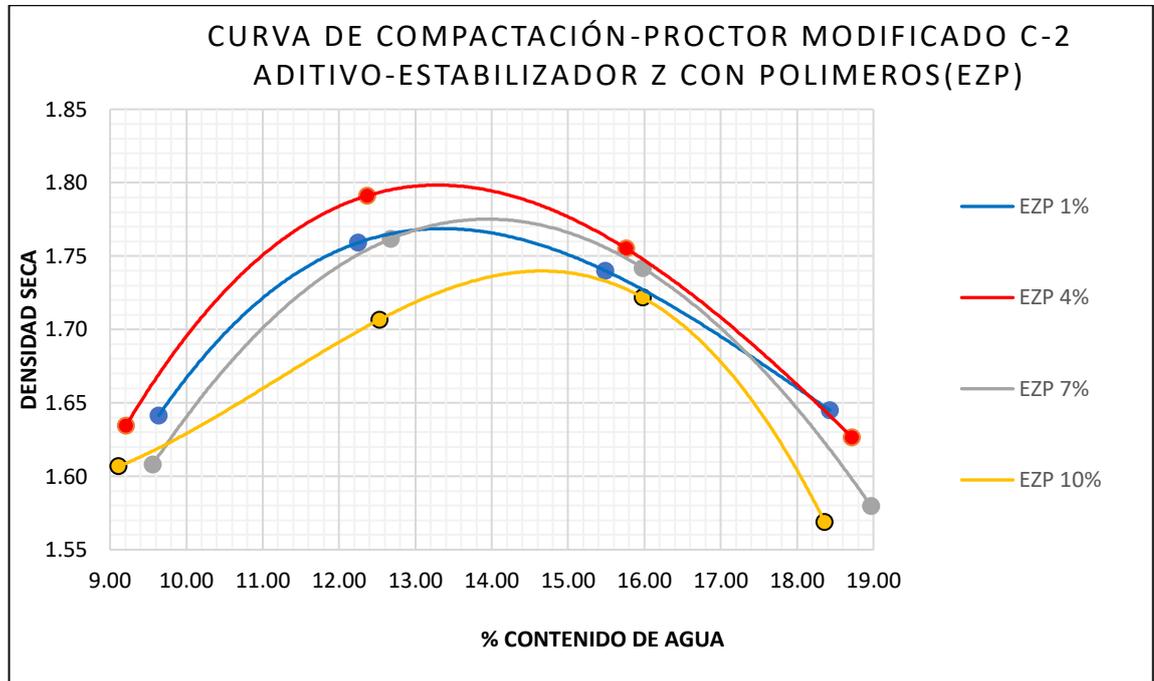
4.3.1.3. Proctor modificado-estabilizado con estabilizador z con polimeros (EZP)

Tomando los resultados obtenidos del proctor modificado estabilizado con aditivo estabilizador Z con polímeros (EZP) (ver Tabla 17), se realizó la comparación de las curvas de compactación de las dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de 1.798 gr/cm³ de máxima densidad seca y de 13.3 % de óptimo contenido de humedad (ver Figura 11), ya que existe un incremento del 1.30% y una disminución del 22.22%

respectivamente, en relación al proctor modificado sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo estabilizador Z con polímeros (EZP).

Figura 11

Curva de compactación C-2 estabilizado con aditivo estabilizador z con polimeros en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Valor de la Relación de Soporte CBR Estabilizado

Se realizó el ensayo de CBR de acuerdo al MTC E 132-CBR de suelos (Laboratorio) para la calicata C-2, adicionando aditivos en proporciones de 1%, 4%, 7% y 10% por cada tipo.

En las Tablas 18,19 y 20 se detalla los resultados del CBR con aditivo cal, cemento y estabilizador Z respectivamente:

Tabla 18
Resultados del CBR estabilizado con cal.

			C.B.R.-CAL (%)			
ITEM	CALICATA	ADITIVO	0.1"		0.2"	
			100%	95%	100%	95%
			1	C-2	CAL 1%	14.45
2	C-2	CAL 4%	15.64	13.62	28.76	26.35
3	C-2	CAL 7%	14.76	12.45	28.45	23.56
4	C-2	CAL 10%	13.98	11.01	28..66	23.98

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 19
Resultados del CBR estabilizado con cemento.

			C.B.R.-CEMENTO (%)			
ITEM	CALICATA	ADITIVO	0.1"		0.2"	
			100%	95%	100%	95%
			1	C-2	CEMENTO 1%	14.02
2	C-2	CEMENTO 4%	15.46	12.67	28.27	23.87
3	C-2	CEMENTO 7%	14.62	11.73	26.11	21.67
4	C-2	CEMENTO 10%	13.56	10.76	24.88	20.34

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio
Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 20*Resultados del CBR estabilizado con estabilizador Z con polimeros (EZP).*

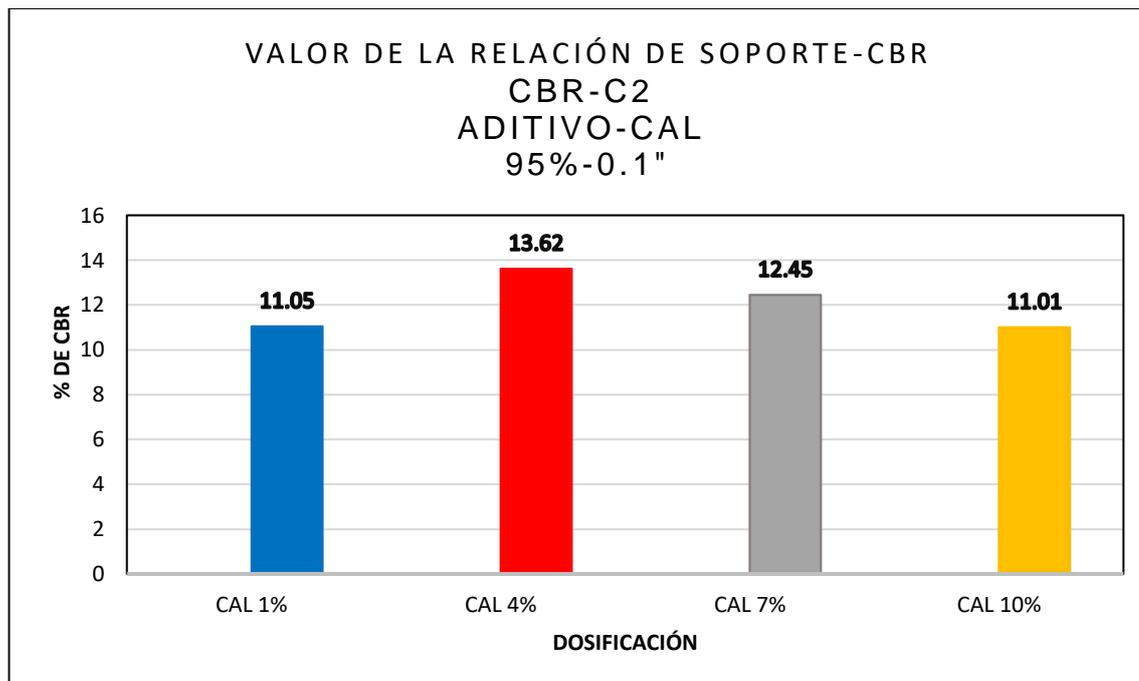
ITEM	CALICATA	ADITIVO	C.B.R.-EZP (%)			
			0.1"		0.2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	EZP 1%	16.87	14.57	29.67	26.24
2	C-2	EZP 4%	17.89	15.65	31.23	27.89
3	C-2	EZP 7%	17.14	14.81	30.55	26.71
4	C-2	EZP 10%	16.85	13.68	29.34	24.13

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio*Fuente:* Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.**4.3.2.1. CBR-estabilizado con cal**

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de valor de la relación de soporte CBR estabilizado con aditivo cal (ver Tabla 18), se realizó la comparación de los valores obtenidos al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1" de las dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de CBR del 13.63% (ver Figura 12), ya que existe un incremento del 155.06% en relación al valor de CBR sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo cal.

Figura 12

Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cal en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



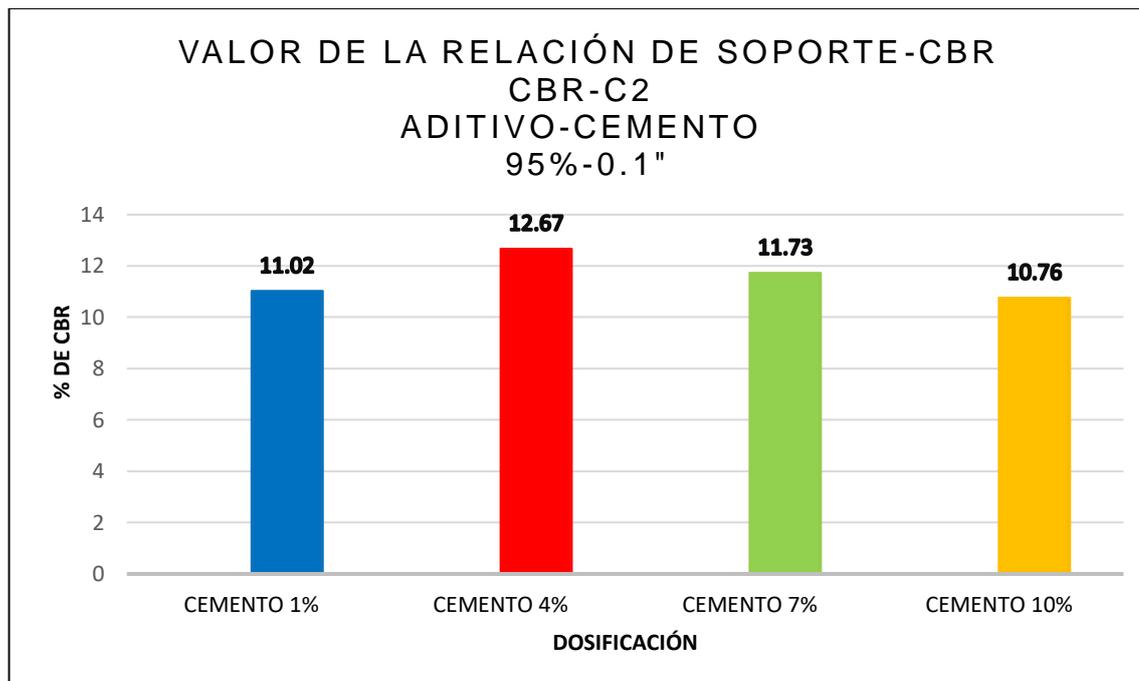
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. CBR-estabilizado con cemento

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de valor de la relación de soporte CBR estabilizado con aditivo cemento (ver Tabla 19), se realizó la comparación de los valores obtenidos al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1" de las dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de CBR del 12.62% (ver Figura 13), ya que existe un incremento del 137.27% en relación al valor de CBR sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo cemento.

Figura 13

Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



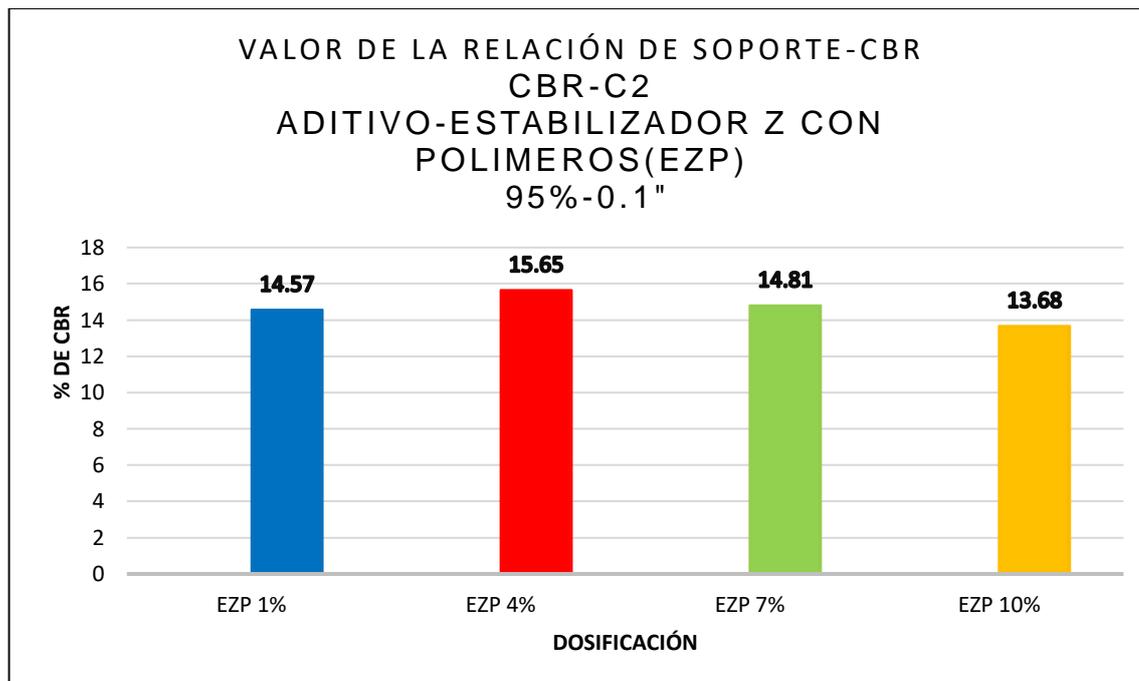
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3. CBR- estabilizado con estabilizador z con polimeros (EZP)

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos de valor de la relación de soporte CBR estabilizado con aditivo estabilizador Z con polimeros (EZP) (ver Tabla 20), se realizó la comparación de los valores obtenidos al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1" de las dosificaciones de 1%,4%,7% y 10% del aditivo en relación al peso del material, obteniéndose un mejor resultado con la dosificación del 4% donde se tiene un valor de CBR del 15.65% (ver Figura 14), ya que existe un incremento del 193.07% en relación al valor de CBR sin aditivos, por lo que la dosificación más adecuada para este tipo de suelo es del 4% con el aditivo estabilizador Z con polímeros (EZP).

Figura 14

Valores de CBR-C-2 estabilizado con aditivo cemento en proporciones de 1%,4%,7% y 10%.



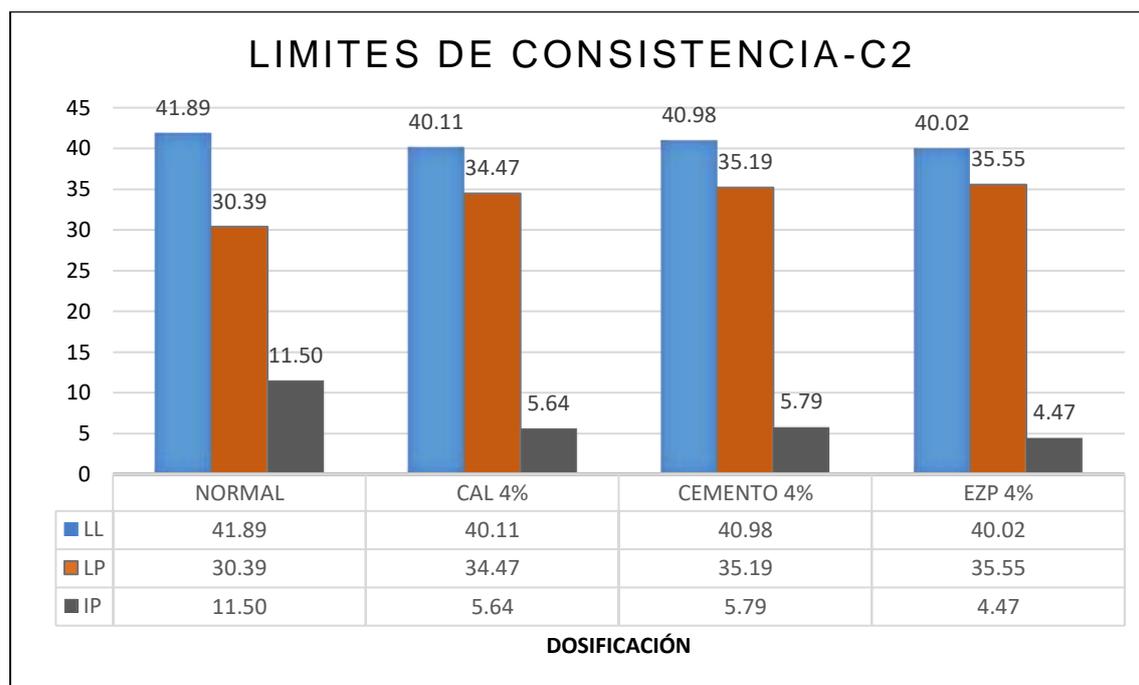
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Límites de Consistencia Estabilizado

Tomando los resultados obtenidos del de los ensayos de límites de consistencia límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (ver Tabla 11), se seleccionó a la calicata C-2 debido a que es la que tiene propiedades mecánicas y físicas más críticas, por lo que fue dosificada con 4% de cada aditivo (ver Figura 15), obteniéndose como resultados porcentajes óptimos, sin embargo, se obtuvo mejores resultados con el aditivo estabilizador Z con polímeros (EZP).

Figura 15

Valores de límites de consistencia de la calicata, C-2 estabilizado.



Fuente: Elaboración propia.

En las Tablas 21,22 y 23 se detalla los resultados de los límites de consistencia con aditivo cal, cemento y estabilizador Z respectivamente:

Tabla 21

Resultados de los límites de consistencia estabilizado con cal.

LÍMITES DE CONSISTENCIA-CAL					
ITEM	CALICATA	ADITIVO	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	C-2	CAL 4%	40.11	34.47	5.64

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 22

Resultados de los límites de consistencia estabilizado con cemento.

LÍMITES DE CONSISTENCIA-CEMENTO					
ITEM	CALICATA	ADITIVO	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	C-2	CEMENTO 4%	40.98	35.19	5.79

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

Tabla 23

Resultados de los límites de consistencia estabilizado con estabilizador Z con polimeros.

LÍMITES DE CONSISTENCIA-EZP					
ITEM	CALICATA	ADITIVO	L.L (%)	L.P (%)	I.P. (%)
1	C-2	EZP 4%	40.02	35.55	4.47

Nota: Los datos descritos fueron obtenidos en laboratorio

Fuente: Informe de EMS N° 259-2019/TERRALAB/MPD.

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que la adición de aditivos influye en la estabilización de suelos cohesivos para vías no pavimentadas en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca–Huancayo–Junín, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Chura y Romero (2017) en su tesis “Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPEU Juliaca”, donde determina que la estabilización empleando cal y cemento cambia las características considerablemente de la sub rasante existente, con un incremento en su % de CBR y mejora de plasticidad. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa específica que establece que el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo es inadecuado para la subrasante en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca–Huancayo–Junín, 2019, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Hernandez, Mejía, y Zelaya (2016) en su tesis “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador” concluye que el terreno en su estado natural no es apto para servir de subrasante de pavimento rígido obteniendo

un valor de CBR bajo de 1.935, por lo que es catalogado como subrasante de mala calidad. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa específica que establece que los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos son adecuados para la subrasante en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Dela Cruz Gutierrez & Salcedo Rojas (2016) en su tesis “estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en Palian Huancayo – Junín”, señala que los ensayos de CBR demuestran que siete calicatas superan el 40% de la Relación de Soporte de California (por siglas en inglés CBR) y con ello cumplen para material de sub base, mientras que tres calicatas cumplen para sub rasante extraordinaria (>30%) y sub rasante buena (de 20 a 30%) con 38.55% 36.1% y 21.7% de CBR, por lo tanto los valores de compactación mejoran ya que son directamente proporcional al valor de la relación de soporte.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa específica que establece que el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos es adecuado para la subrasante en la ladera del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019, estos resultados guardan relación con lo que sostiene Chura y Romero (2017) sustentaron la tesis “Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPEU Juliaca”, donde señala que la estabilización empleando cal y cemento cambia las características considerablemente de la sub rasante existente, con un incremento en su % de CBR; el porcentaje óptimo en el diseño de estabilización con cemento es 4%, y 3% con cal; el CBR ha aumentado en promedio de 15.6%

a 29.2% con cemento y de 15.6% a 25% con cal, siendo técnicamente favorable para estabilizar la sub rasante en suelos cohesivos. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la influencia de la estabilización del suelo cohesivo para vías no pavimentadas por medio de aditivos es favorable, debido a que mejora sus propiedades físico-mecánicas, siendo la calicata C-2 con propiedades más críticas ya que se obtuvo los siguientes datos:
 - Límites de consistencia: se obtuvo el L.L. sin estabilizador de 41.89%, con estabilizador de dosificación al 4% de CAL el valor de 40.11%, CEMENTO de 40.98%, EZP de 40.02%. El L.P. sin estabilizador se obtuvo un valor de 30.39%, con estabilizador de dosificación al 4% de CAL un valor de 34.47%, con CEMENTO de 35.19% y con EZP de 35.55%. El I.P. sin estabilizador se obtuvo un valor de 11.50, con estabilizador de dosificación al 4% de CAL de 5.64, con CEMENTO de 5.79 y con EZP al de 4.79.
 - Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad: se obtuvo un valor sin estabilizador de 1.697 gr/cm³ de M.D.S. y 17.1% de O.C.H., con estabilizador de dosificación al 4% de CAL un valor de 1.745 gr/cm³ de M.D.S. y de 13.3 % de O.C.H., con CEMENTO un valor de 1.719 gr/cm³ de M.D.S. y de 13.5 % de O.C.H., con EZP un valor de 1.798 gr/cm³ de M.D.S y de 13.3 % de O.C.H.

- Valor de la relación de soporte (CBR) al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1": se obtuvo un valor sin estabilizador de del 5.34% de C.B.R., con estabilizador de dosificación al 4% de CAL un valor de 13.63% C.B.R., con CEMENTO un valor de 12.62% C.B.R., con EZP un valor de 15.65% C.B.R.
2. Se determinó que los valores de relación de soporte del suelo cohesivo de la subrasante, es inadecuado, ya que los valores obtenidos de la calicata C-1, C-2 y C-3 representan valores CBR bajos, siendo la calicata C-2 la más crítica con un 5.34% obtenidos al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1".
 3. Se determinó que los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos CAL al 4 %, CEMENTO al 4% y Z POLIMEROS al 4% de la subrasante son adecuados, ya que los valores obtenidos de la calicata C-2 muestra que la máxima densidad seca incrementa en un 2.83% con CAL al 4%, en un 1.30% con CEMENTO al 4%, y en un 1.30% con Z POLIMEROS al 4%. El óptimo contenido de humedad disminuye en un 22.22% con CAL al 4%, en un 21.05% con CEMENTO al 4% y en 22.22% con Z POLIMEROS al 4%.
 4. Se determinó que el valor de relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos para la subrasante es adecuado, ya que dentro de los valores obtenidos para la calicata C-2, el mayor incremento fue de 193.07% al 95% de su M.D.S y con una penetración de 0.1".

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la estabilización de suelos cohesivos en vías no pavimentadas, ya que contribuye a una vida útil prolongada y a su vez mejora la calidad de vida de los residentes aledaños y usuarios.
2. Se recomienda utilización de aditivos estabilizadores como la CAL al 4%, CEMENTO al 4% y Z POLIMEROS al 4% en suelos cohesivos, ya que mejora significativamente su propiedades físico mecánicas.
3. Se recomienda a la comunidad de ingeniería optar por alternativas de solución para la estabilización de suelos cohesivos mediante aditivos, a fin de que estos no sean reemplazados y generándose de esta manera costos representativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altamirano, Genaro y Díaz, Axell. 2015. *Estabilización de suelos cohesivos por medio Calen las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí - Rivas.* Nicaragua : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua , 2015.

Angulo, Diego y Rojas, Hember. 2016. *Ensayo de fiabilidad con aditivo PROES para la estabilización del suelo en el AA. HH el Milagro, 2016.* Iquitos : Universidad Científica del Perú , 2016.

Becerra, Anni y Ugaz, Julia. 2015. *Estudio de la Pavimentación de los pueblos jóvenes del sur, del distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo-departamento de Lambayeque.* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque : Repositorio UNPRG-Institucional, 2015. (Tesis de Licenciatura).

Castillo, P. 2018. *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca - Huaso, La Libertad, 2018.* Universidad Privada del Norte. La Libertad : Repositorio Universidad Privada del Norte, 2018. (Tesis de Licenciatura).

Castillo, Paola. 2018. *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca - Huaso, La Libertad, 2018.* Trujillo : Universidad Privada del Norte , 2018.

Chura, Eder y Romero, Saul. 2017. *Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPeU Juliaca.* Universidad Peruana Unión. Juliaca : Repositorio UPEU-Tesis, 2017. (Tesis de Licenciatura).

Condori, Visayda y Huamaní, Zayda. 2018. *Aplicación del estabilizador z con polímero en el incremento del valor del cbr del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (l= 14.050 kms) Abancay-Apurímac 2018.* Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay-Apurimac : Repositorio-Universidad Tecnológica de los Andes, 2018.

Coronado, Jorge. 2002. *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.* USAID/SIECA. Guatemala : USAID/SIECA, 2002.

Crespo, Carlos. 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 5ta ed. Mexico : Editorial LIMUSA S.A., 2004.

Cuadros, C. 2016. *Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016.* Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : Respositorio UPLA-Institucional, 2016. (Tesis de Licenciatura).

Cuadros, Claudia. 2017. *Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junin mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016.* Huancayo : UPLA , 2017.

De la Cruz, Lizeth y Salcedo, Kaite. 2016. *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimetación en Palian-Huancayo-Junin.* Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2016. Tesis de Licenciatura.

—. **2016.** *Estabilización de Suelos Cohesivos por medio de aditivos (Ecroad 2000) para pavimentación en Palian–Huancayo-Junín.* Universidad Peruana Los Andes. s.l. : Repositorio UPLA-Institucional, 2016. (Tesis de Licenciatura).

Gutiérrez, Carlos. 2010. *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio.* Universidad Ricardo Palma. Lima : Repositorio-Universidad Ricardo Palma, 2010. (Tesis de licenciatura).

Hernandez, Josué, Mejía, David y Zelaya, César. 2016. *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador.* Universidad de El Salvador. San Miguel : Repositorio-Universidad de El Salvador, 2016. (Tesis de Licenciatura).

INEI. 2018. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.* [En línea] 2018. <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>.

Mauricio, Lucero y Bravo, Jorge. 2018. *Estudio de estabilidad de taludes de suelo cohesivo con suelo-cemento ante la acción de lluvias en la zona central de Chile.* Universidad de Talca. Cúrico : Repositorio-Universidad de Talca, 2018. (Tesis de Licenciatura).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2005. *Evaluación de la aplicabilidad de estabilizadores-Directiva N°007-2005-MTC/14.* Lima : MTC, 2005.

MTC. 2014. *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014.

Núñez, Galo y Fiallos, Jéssica. 2016. *Análisis comparativo de la estabilización de un suelo cohesivo (arcilloso) por tres métodos químicos cal, cloruro de calcio y sulfato de calcio (yeso).* Universidad Técnica de Ambato. Abanto : Repositorio-Universidad Técnica de Ambato, 2016. (Tesis de Licenciatura).

Palli, E. 2015. *Guia basica para estabilizacion de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la Provincia de San Roman.* Universidad Nacional Del Altiplano. Puno : Repositorio UNAP-Institucional, 2015. (Tesis de Licenciatura).

Parra, Manuel. 2018. *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.* Universidad Católica de Colombia. Bogota : Repositorio-Universidad Católica de Colombia, 2018. (Tesis de Licenciatura).

Rico, Alfonso y Del Castillo, Hermilio. 2005. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres carreteras, ferrocarriles y aeropistas.* 2da ed. Mexico : LIMUSA, 2005. Vol. Volumen 2.

Saenz, Juan. 1975. *Mecánica de suelos.* Barcelona : Editores Tecnicos Asociados, 1975.

ANEXOS

ANEXO 01: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CALICATAS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE CALICATAS

ELABORADO POR: Gian Marco Diaz Moon
 PROYECTO DE TESIS: Estabilización de Suelos Cohesivos para vías no pavimentadas por medio de aditivos en la ladera del Sector La Esperanza del Dist. Chulca-Hyo-Junín.
 UBICACIÓN: Chulca - Hyo - Junín
 FECHA DE ELABORACIÓN: 09/12/19
 N° CALICATA: C-1
 DIMENSIONES: 1.00 x 1.00 x 1.50
 METODO DE EXCAVACION: Manual
 ALTURA DE NAPA FRATICA: No Presenta
 PERFIL ESTRATIGRÁFICO:

PROF. (m)	PRESENCIA DE RAICES(S/NO)	PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO(S/NO)	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA DE MATERIAL DE RELLENO (S/NO)	PRESENCIA DE HUMEDAD (S/NO)
			Forma del material granular,color,contenido de humedad,material orgánico, porcentaje estimado de bolacas / cantos, etc.		
0.10	/	/	Material de relleno	/	/
0.20	NO	NO	material de relleno	SI	SI
0.30	/	/		/	/
0.40	/	/		/	/
0.50	/	/		/	/
0.60	/	/	Arcilla ligera gruesa	/	/
0.70	/	/	de color marrón claro	/	/
0.80	/	/	en estado húmedo	/	/
0.90	SI	NO		NO	SI
1.00	/	/		/	/
1.10	/	/		/	/
1.20	/	/		/	/
1.30	/	/		/	/
1.40	/	/		/	/
1.50	/	/		/	/

OBSERVACIONES:

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE CALICATAS

ELABORADO POR: Gian Marco Diaz Mori
 PROYECTO DE TESIS: Estabilización de Suelos Cohesivos para vías no pavimentadas por medio de aditivos en la ladera del Sector La Esperanza del dist. Chilca-Hyo-Junin
 UBICACIÓN: Chilca - Hyo - Junin
 FECHA DE ELABORACIÓN: 09/12/19
 N° CALICATA: C-2
 DIMENSIONES: 1.00 x 1.00 x 1.50
 METODO DE EXCAVACION: Manual
 ALTURA DE NAPA FRATICA: no presenta
 PERFIL ESTRATIGRAFICO:

PROF. (m)	PRESENCIA DE RAICES(SI/NO)	PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO(SI/NO)	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA DE MATERIAL DE RELLENO (SI/NO)	PRESENCIA DE HUMEDAD (SI/NO)
			Forma del material granular,color,contenido de humedad,material orgánico, porcentaje estimado de bolson / cantos, etc.		
0.10	/	/	Material de relleno	/	/
0.20	NO	NO	"	SI	SI
0.30	/	/		/	/
0.40	/	/		/	/
0.50	/	/		/	/
0.60	/	/	Arcilla ligera gravosa de color marrón claro en estado húmedo	/	/
0.70	/	/		/	/
0.80	/	/		/	/
0.90	NO	NO		NO	SI
1.00	/	/		/	/
1.10	/	/		/	/
1.20	/	/		/	/
1.30	/	/		/	/
1.40	/	/		/	/
1.50	/	/		/	/

OBSERVACIONES:

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE CALICATAS

ELABORADO POR: Gian Marco Diaz Mosi

PROYECTO DE TESIS: Estabilización de suelos cohesivos para vías no pavimentadas por medio de abutivos en la leñera del sector La Esperanza del dist. Chulea - Hoyo - Junín

UBICACIÓN: Chulea - Hoyo - Junín

FECHA DE ELABORACIÓN: 09/12/19

N° CALICATA: C-3

DIMENSIONES: 1.00 x 1.00 x 1.50

METODO DE EXCAVACION: manual

ALTURA DE NAPA FRATICA: no presenta

PERFIL ESTRATIGRAFICO:

PROF. (m)	PRESENCIA DE RAICES(S/NO)	PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO(S/NO)	DESCRIPCIÓN	PRESENCIA DE MATERIAL DE RELLENO (S/NO)	PRESENCIA DE HUMEDAD (S/NO)
			Forma del material granular,color,contenido de humedad,material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.		
0.10	/	/	Material de relleno	/	/
0.20	NO	NO	"	SI	SI
0.30	/	/		/	/
0.40	/	/		/	/
0.50	/	/		/	/
0.60	/	/	Arilla ligera gravosa	/	/
0.70	/	/	de color marrón claro	/	/
0.80	/	/	en estado húmedo	/	/
0.90	NO	NO		NO	SI
1.00	/	/		/	/
1.10	/	/		/	/
1.20	/	/		/	/
1.30	/	/		/	/
1.40	/	/		/	/
1.50	/	/		/	/

OBSERVACIONES:

ANEXO 02: CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CALICATA C-1 DIMENSIONES : 1.00 x 1.00 x 1.50
 MÉTODO DE EXCAV. : MANUAL NAPA FREÁTICA : N.P.

PROF. (m)	GRÁFICA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	PESO ESPECÍFICO gr/cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
			Forma del material granular,color,contenido de humedad,material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.		
0.10		MR	MATERIAL DE RELLENO	-----	-----
0.20					
0.30		CL	ARCILLA LIGERA GRAVOSA DE COLOR MARRON CLARO EN ESTADO HUMEDO	1.753	8.31
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

MR : Material de Relleno.
 RC : Roca

OBSERVACIÓN : Nuestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004; 1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78836 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : SIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CALCATA : C-3 DIMENSIONES : 1.00 x 1.00 x 1.50
 MÉTODO DE EXCAV. : MANUAL NAPA FREÁTICA : N.P.

PROP. (m)	GRÁFICA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	PESO ESPECÍFICO gr/cm ³	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
			Forma del material granular,color,contenido de humedad,material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.		
0.10		MR	MATERIAL DE RELLENO	-----	-----
0.20					
0.30		CL	ARCILLA LIGERA GRAVOSA DE COLOR MARRON CLARO EN ESTADO HUMEDO	1.747	10.40
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

MR : Material de Relleno.
 RC : Roca

OBSERVACIÓN : Muestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1995)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78916 - REG. CONSULTOR C.3968
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

**ANEXO 03: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN
GRANULOMÉTRICA**



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019*
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+000
PROF. (m.)	1,50

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2 1/2"	62.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	98.83
1/2"	12.500	97.66
3/8"	9.500	88.22
1/4"	6.300	81.16
N°4	4.750	72.67
N°10	2.000	67.14
N°20	0.850	62.64
N°30	0.600	60.70
N°40	0.425	58.86
N°60	0.250	56.90
N°100	0.105	53.31
N°200	0.075	49.83

% DE CONTENIDO DE HUMEDAD

8.38%

PORCENTAJES

% GRAVA	27.33%
% ARENA	23.04%
% FINO	49.63%
	100.00%

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

% LIMITE LIQUIDO	43.54
% LIMITE PLASTICO	31.67
INDICE PLASTICO	11.87

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS ASTM D-2487	CL
AASHTO ASTM D-3282	A-7-5 (4)
NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA FINA GRAVOSA

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASesor TÉCNICO CIVIL EN REG. CONSULTOR C.5998
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

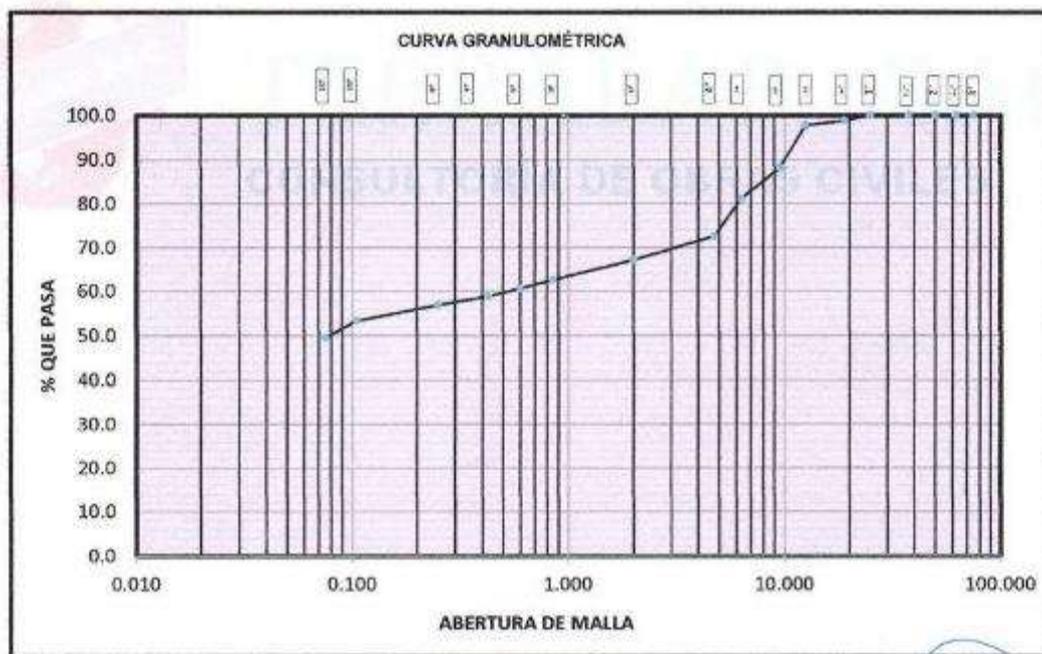


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 2 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+000
PROF. (m)	1.50



% GRAVA	27.33%	% ARENA	23.04%	% FINO	49.63%
---------	--------	---------	--------	--------	--------

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO. LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-2
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2 1/2"	62.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	92.36
1/2"	12.500	86.86
3/8"	9.500	80.23
1/4"	6.300	78.76
N°4	4.750	76.42
N°10	2.000	71.41
N°20	0.850	67.31
N°30	0.600	65.56
N°40	0.425	63.88
N°60	0.250	62.11
N°100	0.105	58.85
N°200	0.075	55.50

% DE CONTENIDO DE HUMEDAD
9.63%

PORCENTAJES	
% GRAVA	23.58%
% ARENA	20.92%
% FINO	55.50%
	100.00%

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
% LIMITE LIQUIDO	41.89
% LIMITE PLASTICO	30.39
INDICE PLASTICO	11.50

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS ASTM D-2487	EL
AASHTO ASTM D-3282	A-7.5 (5)
NOMBRE DE GRUPO:	ARCILLA FINA GRAVOSA

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIVIL (RUC: 20568403038)
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

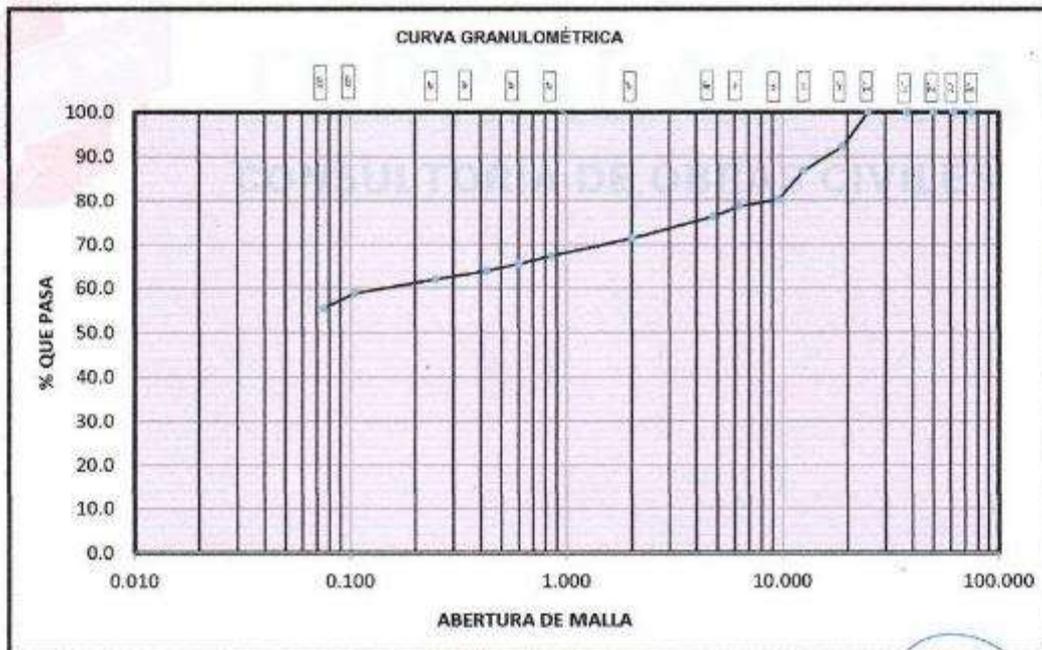


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 2 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

CALICATA	C-2
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0-200
PROF. (m)	1,50



% GRAVA	23.58%	% ARENA	20.92%	% FINO	55.50%
---------	--------	---------	--------	--------	--------

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

Ing. Civil Marino Peña Duenas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO TERRALAB SAC
 REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C-3
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+400
PROF. (m)	1.50

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2 1/2"	62.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	89.55
1/2"	12.500	83.52
3/8"	9.500	75.37
1/4"	6.300	73.78
N°4	4.750	71.24
N°10	2.000	65.81
N°20	0.850	61.39
N°30	0.600	59.48
N°40	0.425	57.67
N°60	0.250	55.75
N°100	0.105	52.22
N°200	0.075	48.60

% DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
	10.40%

PORCENTAJES	
% GRAVA	28.76%
% ARENA	22.64%
% FINO	48.60%
	100.00%

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
% LIMITE LIQUIDO	47.08
% LIMITE PLASTICO	37.03
INDICE PLASTICO	10.05

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SUCS ASTM D-2487	CL
AASHTO ASTM D-3282	A-7-5 (3)
NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA FINA GRAVOSA

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5963
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

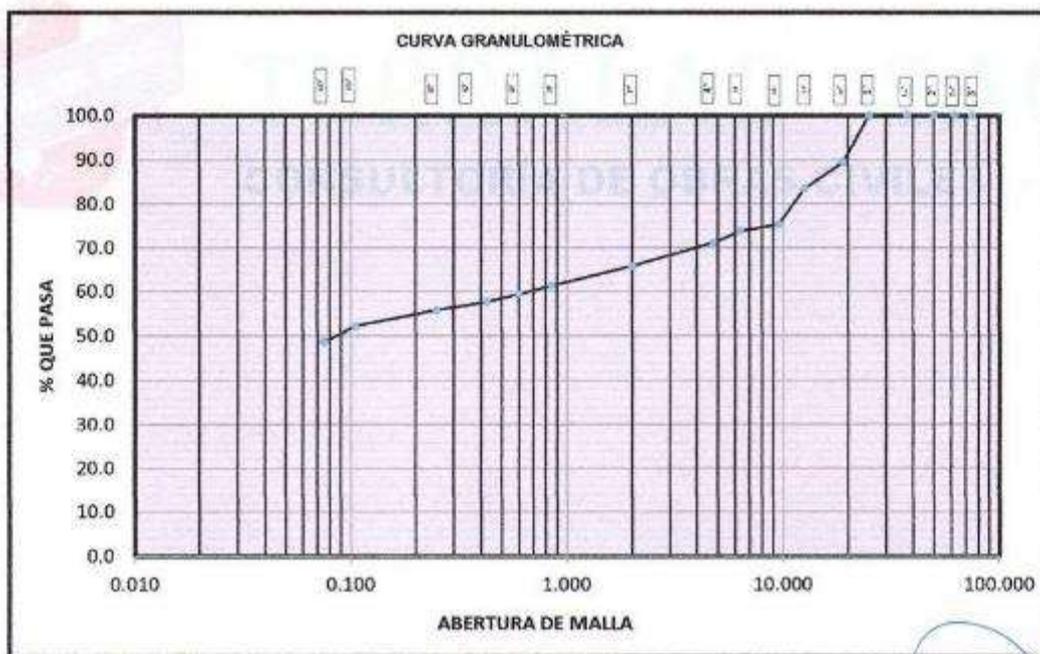


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 2 de 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

CALICATA	C-3
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0-400
PROF. (m)	1.50



% GRAVA	28.76%	% ARENA	22.64%	% FINO	46.60%
---------	--------	---------	--------	--------	--------

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORANTISTA
 REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1995)

**ANEXO 04: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA-
NATURAL**



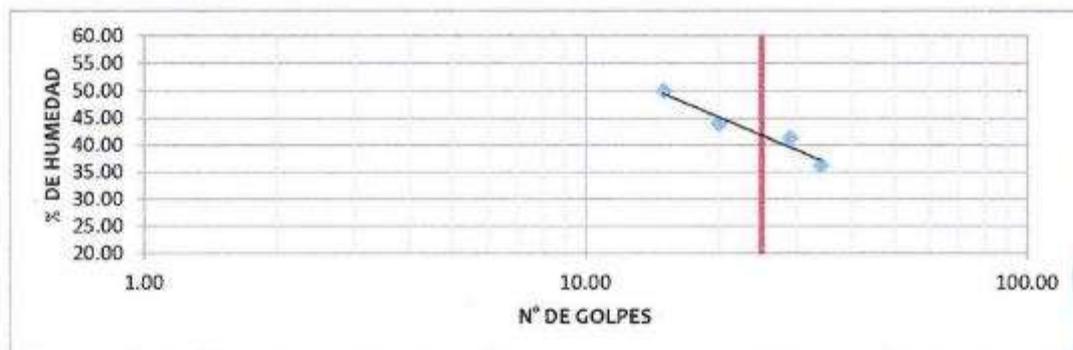
EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D423-66

CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0-000
PROF. (m)	1.50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	41.81	41.84	39.76	38.95	17.23	16.92
Recipiente + Suelo Seco	36.53	36.45	35.26	35.04	14.85	14.65
Peso de agua	6.28	5.39	4.50	3.91	2.38	2.27
Peso del Recipiente	23.96	24.21	24.38	24.37	7.45	7.37
Peso de Suelo Seco	12.57	12.24	10.88	10.77	7.40	7.28
% de Humedad	49.99	44.04	41.36	36.30	32.16	31.18
N° de Golpes	15.00	20.00	29.00	34.00		



% LIMITE LIQUIDO	43.54
% LIMITE PLASTICO	31.67
INDICE PLASTICO	11.87

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



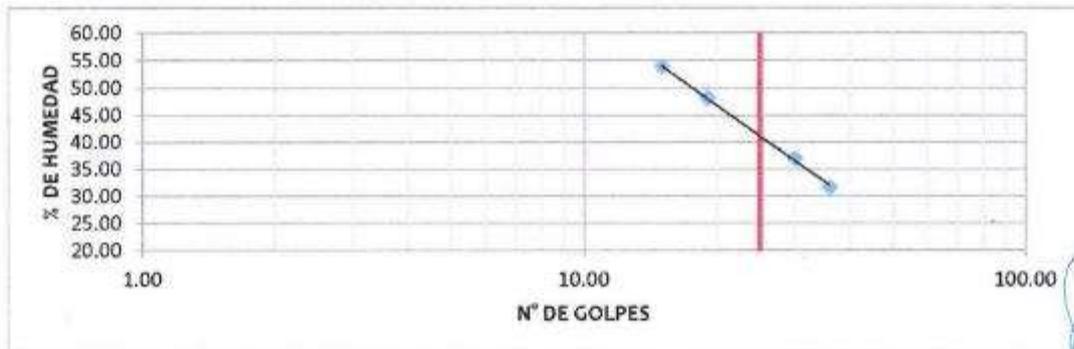
EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D423-66

CALICATA	C-2
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	44.39	43.42	38.99	38.18	17.34	17.02
Recipiente + Suelo Seco	37.40	37.32	35.12	34.90	14.96	14.85
Peso de agua	6.99	6.10	3.87	3.28	2.38	2.17
Peso del Recipiente	24.42	24.67	24.66	24.55	7.43	7.41
Peso de Suelo Seco	12.98	12.65	10.46	10.35	7.53	7.44
% de Humedad	53.88	48.22	37.00	31.69	31.61	29.17
N° de Golpes	15.00	19.00	30.00	36.00		



% LIMITE LIQUIDO	41.89
% LIMITE PLASTICO	30.39
INDICE PLASTICO	11.50

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



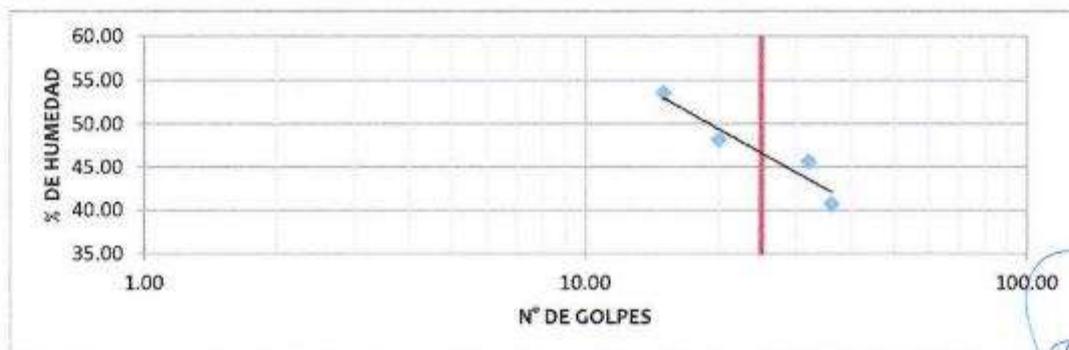
EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO- JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D423-66

CALICATA	C-3
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0-400
PROF. (m)	1,50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	45.20	44.23	40.67	39.86	18.45	18.45
Recipiente + Suelo Seco	37.95	37.87	35.64	35.42	15.23	15.69
Peso de agua	7.25	6.36	5.03	4.44	3.22	2.76
Peso del Recipiente	24.42	24.67	24.63	24.52	7.34	7.39
Peso de Suelo Seco	13.53	13.20	11.01	10.90	7.89	8.30
% de Humedad	53.61	48.18	45.69	40.73	40.81	33.25
N° de Golpes	15.00	20.00	32.00	36.00		



% LIMITE LIQUIDO	47.08
% LIMITE PLASTICO	37.03
INDICE PLASTICO	10.05

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

**ANEXO 05: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
ESTABILIZADO**

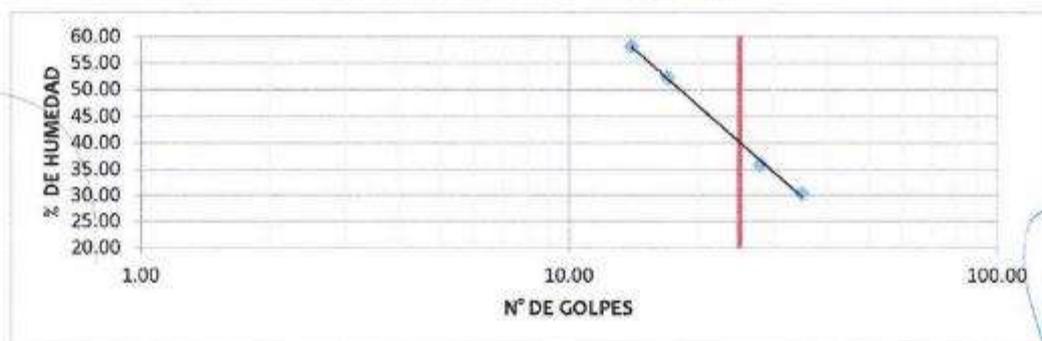


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

LIMTES DE CONSISTENCIA ASTM D423-66

CALICATA	C-2
ADITIVO	CAL 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	44.30	43.33	38.74	37.93	17.48	17.03
Recipiente + Suelo Seco	37.19	37.11	35.75	34.93	14.89	14.55
Peso de agua	7.11	6.22	3.59	3.00	2.59	2.48
Peso del Recipiente	24.96	25.21	25.14	25.03	7.32	7.41
Peso de Suelo Seco	12.23	11.90	10.01	9.90	7.57	7.14
% de Humedad	58.16	52.27	35.86	30.30	34.21	34.73
N° de Golpes	14.00	17.00	28.00	35.00		



% LIMITE LIQUIDO	40.11
% LIMITE PLASTICO	34.47
INDICE PLASTICO	5.64

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

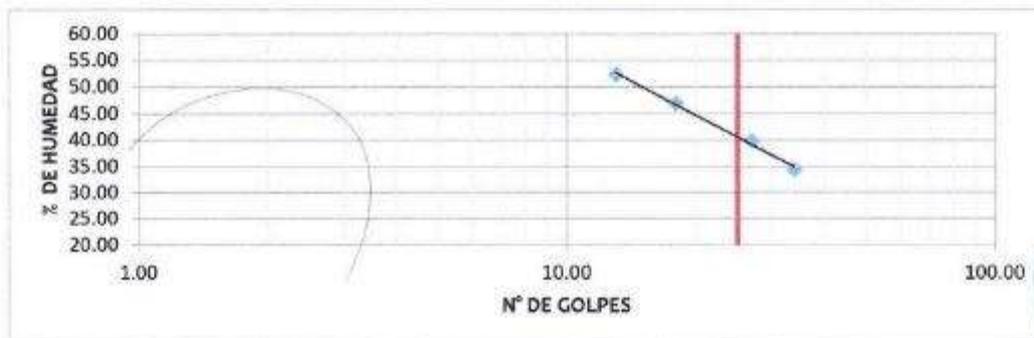


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019*
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D423-66

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	45.88	44.91	39.75	38.94	18.45	18.52
Recipiente + Suelo Seco	38.75	38.67	35.73	35.51	15.63	15.68
Peso de agua	7.13	6.24	4.02	3.43	2.82	2.84
Peso del Recipiente	25.12	25.37	25.63	25.52	7.21	7.98
Peso de Suelo Seco	13.63	13.30	10.10	9.99	8.42	7.70
% de Humedad	52.34	46.92	39.80	34.33	33.49	36.88
N° de Golpes	13.00	18.00	27.00	34.00		



% LIMITE LIQUIDO	40.98
% LIMITE PLASTICO	35.19
INDICE PLASTICO	5.79

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.3966
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

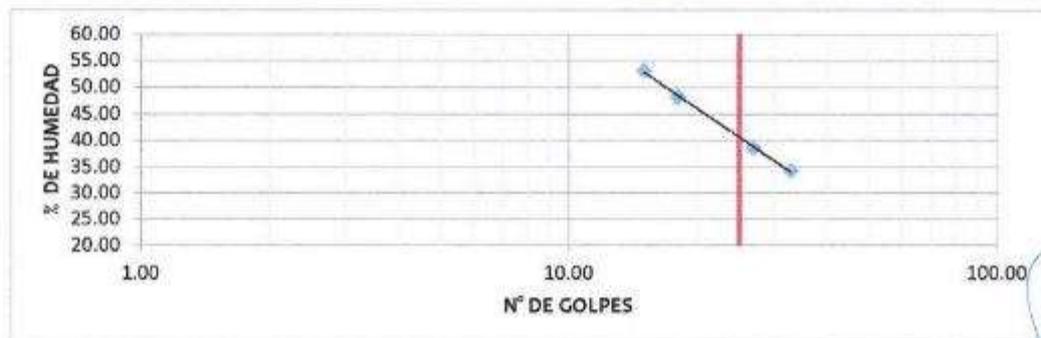


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

LIMTES DE CONSISTENCIA ASTM D423-86

CALICATA	C-2
ADITIVO	EZP 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

ENSAYO N°	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	1	2
Recipiente + Suelo Hum.	46.95	45.98	42.33	41.52	19.62	18.64
Recipiente + Suelo Seco	39.03	38.95	37.43	37.21	16.32	15.93
Peso de agua	7.92	7.03	4.90	4.31	3.30	2.71
Peso del Recipiente	24.12	24.37	24.74	24.63	7.89	7.45
Peso de Suelo Seco	14.91	14.58	12.69	12.58	8.43	8.48
% de Humedad	53.14	48.22	38.61	34.26	39.15	31.96
N° de Golpes	15.00	18.00	27.00	33.00		



% LIMITE LIQUIDO	40.02
% LIMITE PLASTICO	35.55
INDICE PLASTICO	4.47

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

ANEXO 06: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NATURAL



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019*
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+000
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5806	5914	5957	5934
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1748	1856	1899	1876
Peso volumetrico humedo	1,85	1,97	2,01	1,99
Contenido de agua	12,54	15,87	18,94	21,27
Peso volumetrico seco	1,65	1,70	1,69	1,64



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,703 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17,2 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.9988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5797	5892	5946	5892
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1739	1834	1888	1834
Peso volumetrico humedo	1.84	1.94	2.00	1.94
Contenido de agua	12.31	15.22	18.84	21.34
Peso volumetrico seco	1.64	1.69	1.68	1.60



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.697 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.1 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-3
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+400
PROF. (m)	4.00

Peso suelo + molde	5853	5920	5973	5953
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1795	1862	1915	1895
Peso volumetrico humedo	1.90	1.97	2.03	2.01
Contenido de agua	12.78	15.63	18.34	21.58
Peso volumetrico seco	1.69	1.71	1.71	1.65



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.715 (gr/cm3)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.7 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.3988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

ANEXO 07: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ESTABILIZADO



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : *ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019*
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CAL 1%
PROGRESIVA	D+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5785	5894	5855	5794
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1727	1836	1797	1736
Peso volumetrico humedo	1.83	1.94	1.90	1.84
Contenido de agua	9.33	12.87	15.64	18.34
Peso volumetrico seco	1.67	1.72	1.65	1.55



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.723 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 11.9 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CAL 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5716	5904	5926	5874
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1658	1846	1868	1816
Peso volumetrico humedo	1,76	1,96	1,98	1,92
Contenido de agua	9,34	12,43	15,63	18,11
Peso volumetrico seco	1,61	1,74	1,71	1,63



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,745 (gr/cm3)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13,3 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78935 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 USUNGRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	←
ADITIVO	CAL 7%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5743	5887	5843	5766
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1685	1829	1785	1708
Peso volumetrico humedo	1.78	1.94	1.89	1.81
Contenido de agua	9.42	12.46	15.33	18.96
Peso volumetrico seco	1.63	1.72	1.64	1.52



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.725 (gr/cm3)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.1 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CAL 10%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5718	5879	5883	5799
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1660	1821	1825	1741
Peso volumetrico humedo	1.76	1.93	1.93	1.84
Contenido de agua	9.46	12.87	15.61	18.06
Peso volumetrico seco	1.61	1.71	1.67	1.56



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.711 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.3 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 79936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO-GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 1%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5758	5865	5967	5877
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1700	1807	1849	1819
Peso volumetrico humedo	1.80	1.91	1.96	1.93
Contenido de agua	9.56	12.14	15.71	18.43
Peso volumetrico seco	1.64	1.71	1.69	1.63



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.714 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.4 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 77936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004; 1993)



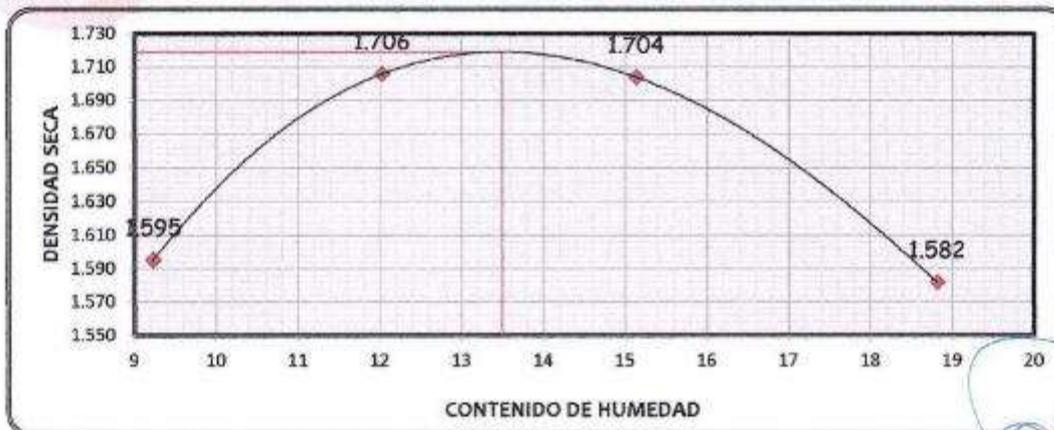
EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 4%
PROGRESIVA	0-200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5703	5862	5910	5832
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1645	1804	1852	1774
Peso volumetrico humedo	1.74	1.91	1.96	1.88
Contenido de agua	9.23	12.03	15.14	18.82
Peso volumetrico seco	1.60	1.71	1.70	1.58



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.719 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.5 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 7%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5724	5851	5901	5814
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1666	1793	1843	1756
Peso volumetrico humedo	1.76	1.90	1.95	1.86
Contenido de agua	9.78	12.49	15.23	18.3
Peso volumetrico seco	1.61	1.69	1.69	1.57



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.704 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.1 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 10%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5712	5843	5897	5801
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1654	1785	1839	1743
Peso volumetrico humedo	1,75	1,89	1,95	1,85
Contenido de agua	9,26	12,52	15,45	18,56
Peso volumetrico seco	1,60	1,68	1,69	1,56



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.696 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.3 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5989
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	EZP 1%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5757	5922	5955	5897
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1699	1864	1897	1839
Peso volumetrico humedo	1,80	1,97	2,01	1,95
Contenido de agua	9,64	12,25	15,49	18,43
Peso volumetrico seco	1,64	1,76	1,74	1,64



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,76g (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13,4 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

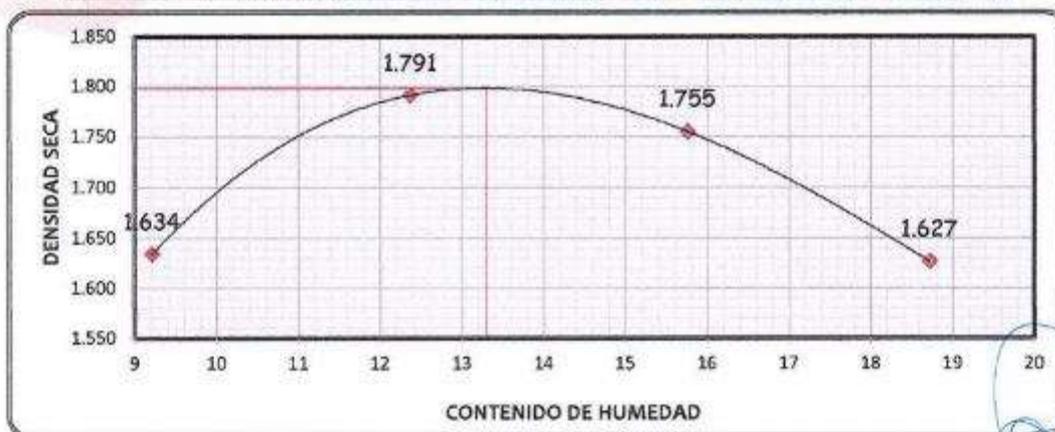


EXPEDIENTE N° : 250-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	EZP 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5743	5958	5976	5881
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo húmedo compactado	1685	1900	1918	1823
Peso volumétrico húmedo	1,28	2,01	2,03	1,93
Contenido de agua	9,21	12,37	15,76	18,72
Peso volumétrico seco	1,63	1,79	1,76	1,63



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,798 (gr/cm3)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13,3 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C-2
ADITIVO	EZP 7%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50

Peso suelo + molde	5721	5932	5965	5832
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo humedo compactado	1663	1874	1907	1774
Peso volumetrico humedo	1.76	1.99	2.02	1.88
Contenido de agua	9.56	12.68	15.98	18.97
Peso volumetrico seco	1.61	1.76	1.74	1.58



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.775 (gr/cm3)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.0 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)



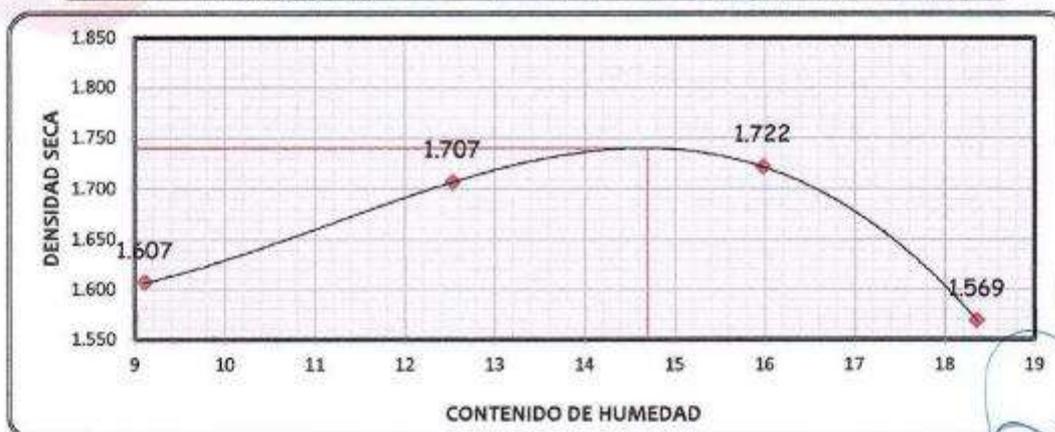
EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 1
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

CALICATA	C 2
ADITIVO	EZP 10%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50

Peso suelo + molde	5713	5871	5943	5811
Peso del molde	4058	4058	4058	4058
Peso suelo húmedo compactado	1655	1813	1885	1753
Peso volumétrico húmedo	1,75	1,92	2,00	1,86
Contenido de agua	9,11	12,53	15,98	18,36
Peso volumétrico seco	1,61	1,71	1,72	1,57



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,74 (gr/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14,7 (%)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.9888
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

ANEXO 08: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE CBR

NATURAL

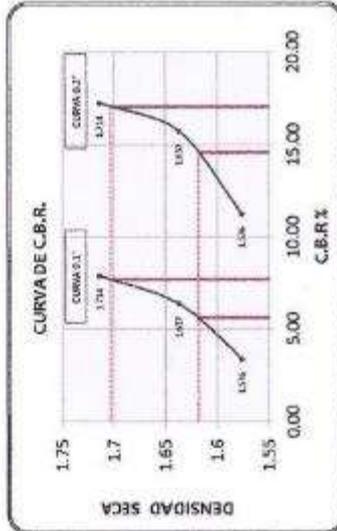
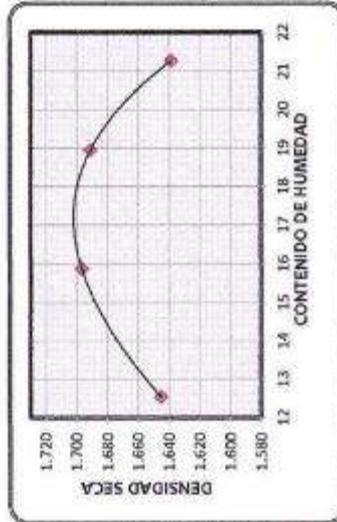


EXPEDIENTE N° : 258-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GUAN MARCO DIAZ MCOOB
 PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAVILCA 2019
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAVILCA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1557

CAUCIATA	Ct
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+000
PROF. (m)	5,50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,703 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17,2 (%)

Penetración (pulg.)	T.M.D.S.	CBR %
0,1	100	7,69
0,1	95	5,89
0,2	100	17,09
0,2	95	16,60

OBSERVACIÓN : Muestra remolida por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (según PERUANA INDECOPI: 09004-1093)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASISTENTE TÉCNICO CIP 7896 - REG. CONSULTOR C.4988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

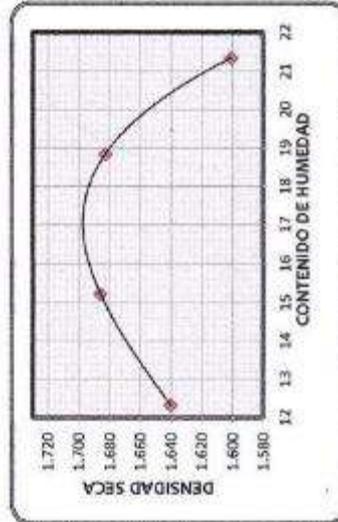


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

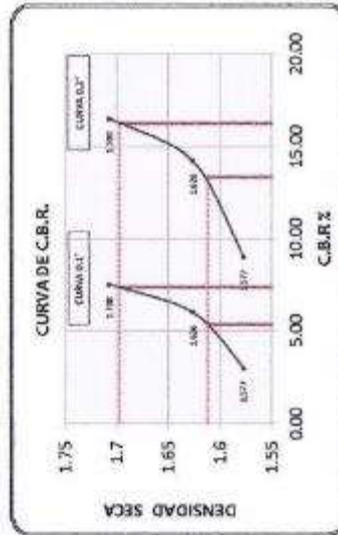
Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE GBR (ASTM D1883)

CALCATA	C-2
MUESTRA	M-1
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.697 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.1 (%)



Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	2.34
0.1	95	5.34
0.2	100	16.23
0.3	95	35.05

OBSERVACIÓN

Muestra (realizada por el solicitante).
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-6P-004, 1993)

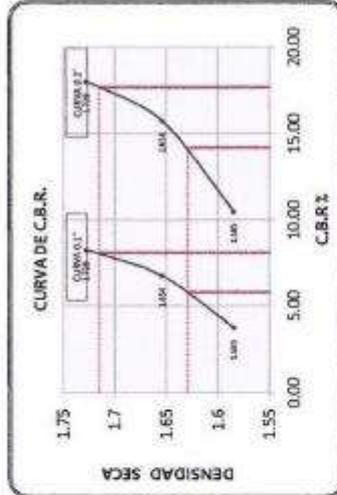
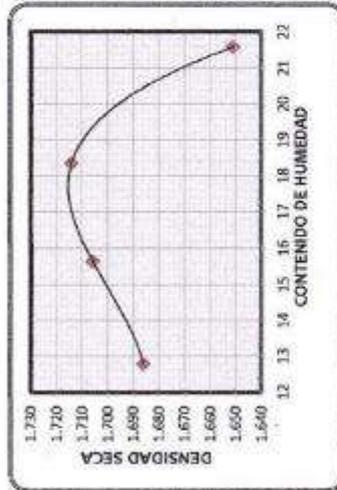
Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 7896 - REG. CONSULTOR C.1993
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



EXPEDIENTE N° : 229-2019
 ESTUDIO : 3.
 ATENCIÓN : GUAN MARCO INAC MAOORI
 PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE
 ADITIVOS EN LA LADEBA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAVELICA
 2019
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAVELICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1593

CALICATA	C-3
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD	0+600
PROF. (m)	4.20



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.715 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 17.5 (%)

Penetración (mm)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	8.07
0.1	95	24.72
0.2	100	17.66
0.2	95	14.21

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 7896 - REG. CONSULTOR C-988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remediada por el fabricante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (oida PERUANA INDECOPI, GP504-1993)

ANEXO 09: CERTIFICADOS DE ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE CBR

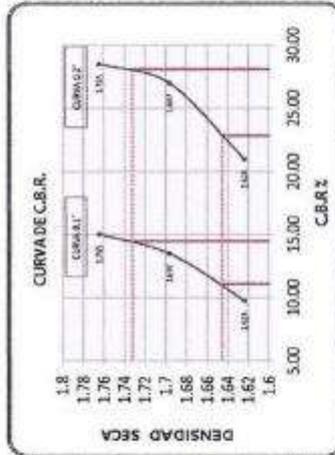
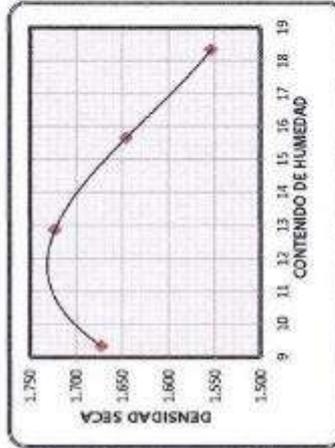


DEPENDIENTE N° : 259-2019
ESTUDIO : 3
ATENCIÓN : GIMARINCO DUEÑOS
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CONHEMOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHECA-HUANCAYO JUNIO 2019
UBICACIÓN : CHECA-HUANCAYO JUNIO
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pg. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D683

CAUCATA	C2
ADITIVO	CAL 1E
PROFUNDIDAD	0.200
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.720 (g/cm³)
CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.5 (%)

Penetración (pulg.)	X.M.D.S.	C.B.R. %
0.1	100	14.5
0.1	95	14.5
0.2	100	28.5
0.3	95	22.5

OBSERVACIÓN :

Muestra recibida por el solicitante

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SOLAMENTE PERMANENTE) (9900-1993)

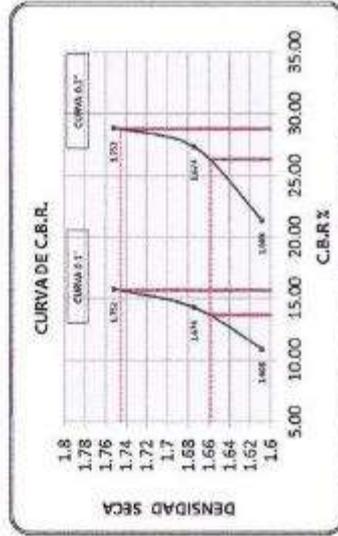
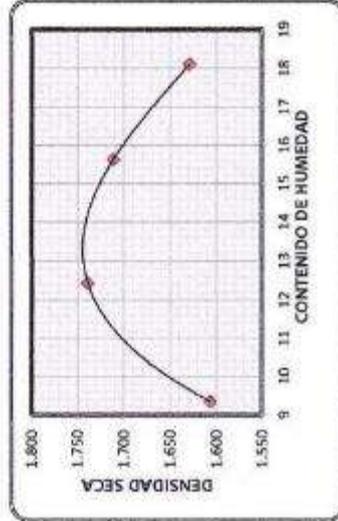
Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 7898 - REG. CONSULTOR C.998
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



EXPERIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOLINO
 PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-LININ 2019*
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-LININ
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM C-193

CALICATA	C-2
ADITIVO	CAL 4%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1745 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.9 (%)

Penetración (milg.)	# M.D.S.	CBR %
0.1	100	15.65
0.1	95	33.69
0.2	100	28.76
0.3	95	26.35

OBSERVACIÓN

: Muestra remanidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDSCOPE GP006: 1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CP 7836 - REG. CONSULTOR C.988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

AV LOS CHARCAS 593 BARRIO SANTA ANA-HUANCAYO
 SEDE: AV. CALLE REAL 441 CHILCA-HUANCAYO
 CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES.
 RUC.: 20568403038

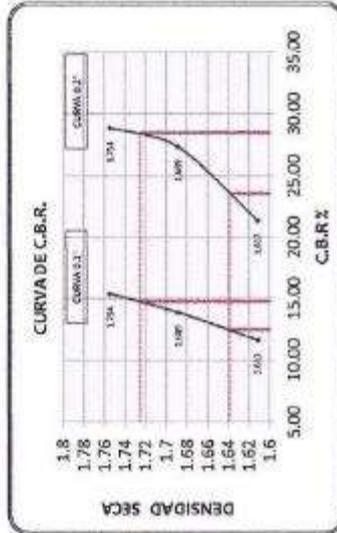
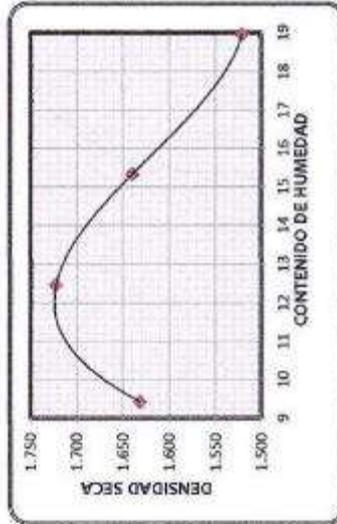


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORE
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAJO JUNIO 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAJO-JUNIO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pgs. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1883

CALICATA	C3
ADITIVO	CAL 7%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	5.50



MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.725 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.1 (%)

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	14.75
0.1	95	12.45
0.2	100	28.45
0.2	95	23.30

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78616 - REG. CONSULTOR C.1988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra remediada por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGÚN PERUANA INDISCIPLI. GP.004.1993)

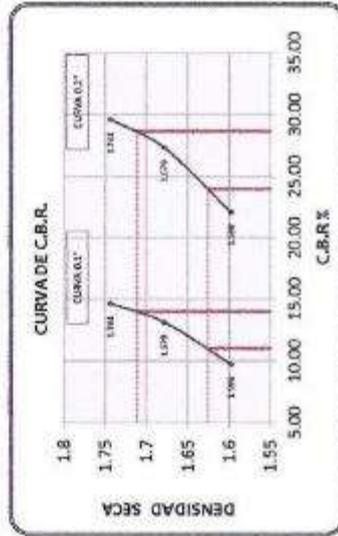
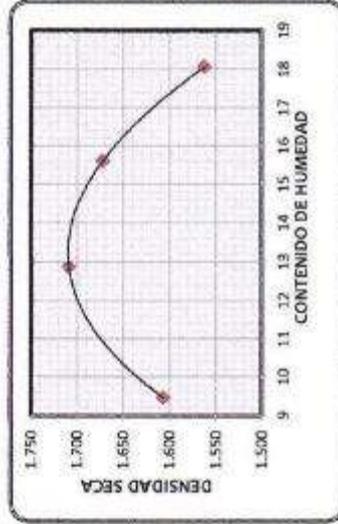


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUMBA 2019".
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-JUMBA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE ORR. ASTM D1883

CAUCIATA	C-2
ADITIVO	CAL 103
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.70 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.5 (%)

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	13.98
0.1	95	11.01
0.2	100	28.56
0.2	95	33.98

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.588
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN

1 Muestra reutilizada por el solicitante.

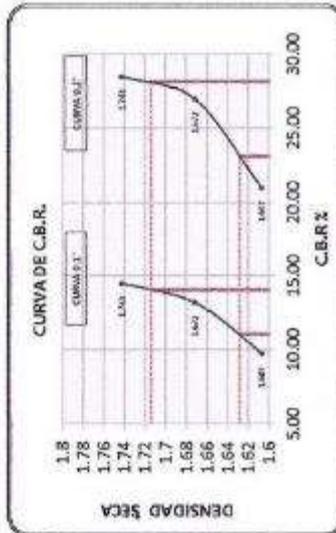
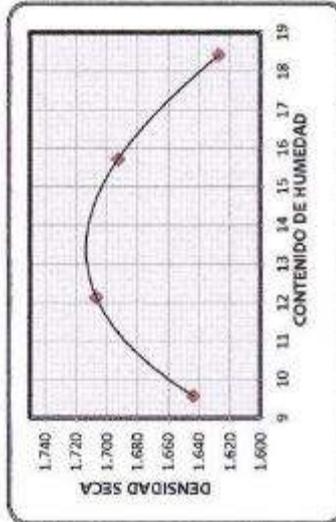
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: 678004; 1999)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR - ASTM C-693

CALEFATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 1%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,74 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13,4 (%)

Penetración (lb/in²)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	14.02
0.4	95	11.00
0.2	100	28.13
0.3	95	34.13

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

OBSERVACIÓN : Muestra recibida por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PERUANA INDECOP/EP-004/1993)



EXPEDIENTE N° : 279-2019
ESTUDIO : 3
ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI

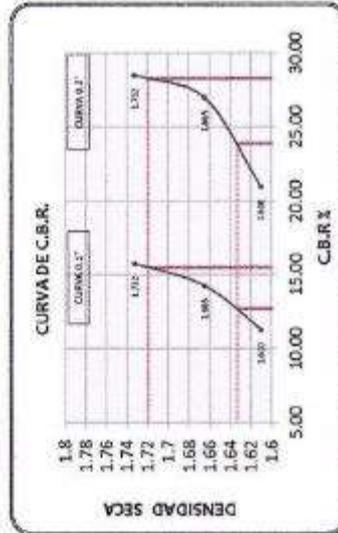
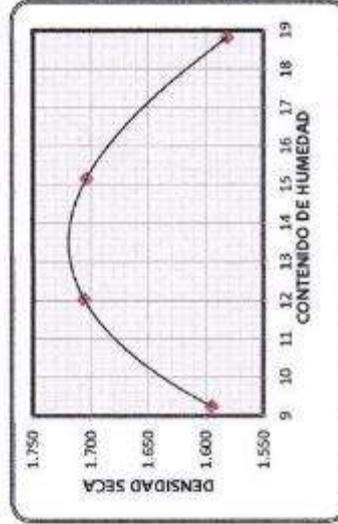
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CONESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHICLA-HUANCAYO-JUNIN 2019*

UBICACIÓN : CHICLA-HUANCAYO-JUNIN
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 1 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1883

CALCATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 42
PROCESURA	01/2000
PROF. (m)	1-50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.75 (g/cm³)
CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.1 (%)

Penetración (mm)	X.M.D.S.	CBR %
0.1	100	15.45
0.4	95	12.57
0.2	100	18.27
0.2	95	23.87

OBSERVACIÓN

: Muestra remanida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PERUANA INDECOP: GP006-1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 18936 - REG. CONSEJERO C.988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

AV. LOS CHANCAS 593 BARRIO SIANTA ANA-HUANCAYVELICA
SEDE: AV. CALLE REAL 441 CHILCA-HUANCAYO
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES.
RUC. 20568403038

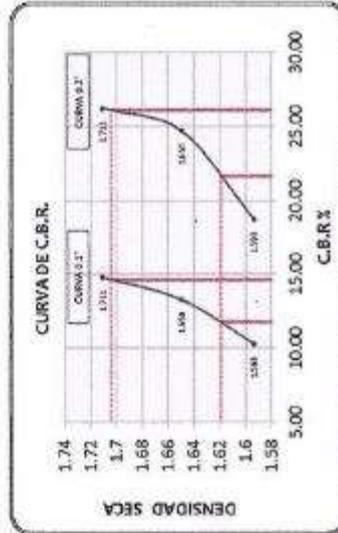
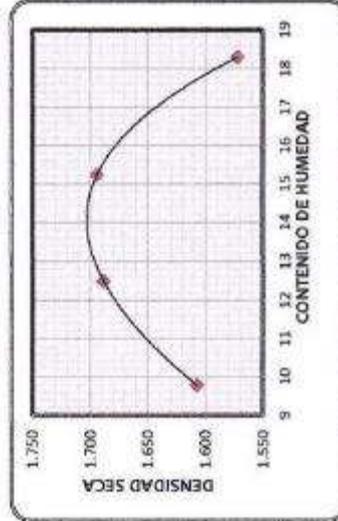


EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOCOB
 PROYECTO : *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHICLA-HUANCAYO-JUNIN 2019*
 UBICACIÓN : CHICLA-HUANCAYO-JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Fig. 1 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR, ASTM D1558

CALICATA	C-1
ADITIVO	CEMENTO 7%
PROGRESIVA	0%+20%
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.74 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.02 (%)

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR X
0.1	100	14.02
0.1	95	11.73
0.2	100	26.11
0.2	95	21.67

OBSERVACIÓN : Muestra remediada por el solicitante.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PENAL INDECOPE-09/04/1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CP 7836 - REG. CONSULTOR C.P.R.S.
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

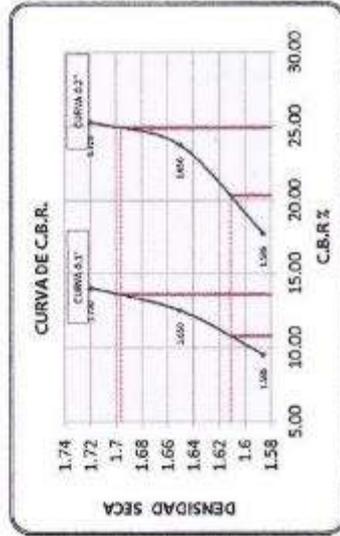
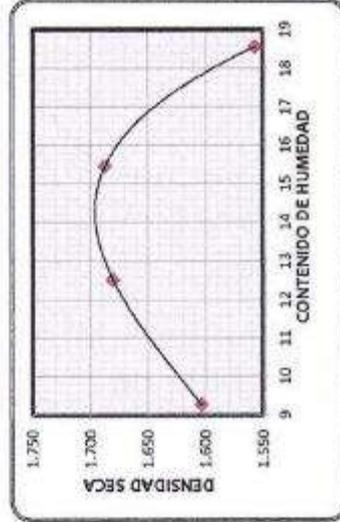


EXPEDIENTE N° : 239-2019
 ESTUDIO :
 ATENCIÓN : GRAN MARCO DIAZ MOCCHI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CONHISIVOS PARA VIAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-LININ 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-LININ
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR, ASTM D1883

CALICATA	C-2
ADITIVO	CEMENTO 10%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50



Penetración (pulg.)	± M.O.S.	C.B.R. %
0,1	100	13,56
0,1	95	10,76
0,2	100	24,88
0,1	95	20,34

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 7893 - REG. CONSULTOR C.1993
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

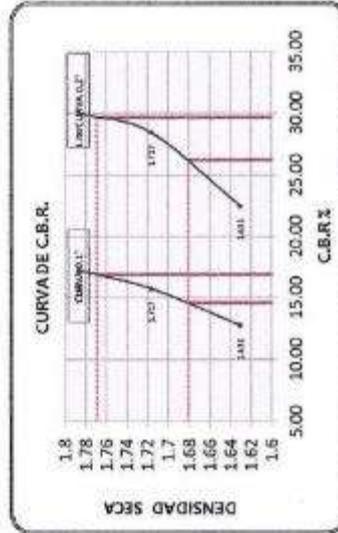
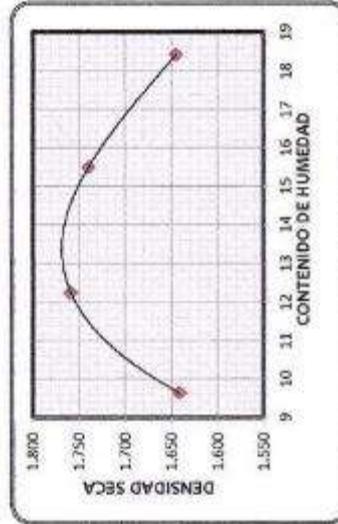
OBSERVACIÓN : Muestra permitida por el subcontrato.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI/GP5001:1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOCORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO JUNIN 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO JUNIN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR, ASTM D1883

CALCATA	C-2
ADITIVO	EZP 1%
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.78 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.4 (%)

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	16.25
0.1	95	14.57
0.2	100	29.57
0.1	95	26.28

[Firma manuscrita]

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5888
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN : Muestra reutilizada por el sub-contratista.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI-EP008: 1993)



EXPEDIENTE N° : 259-2019
ESTUDIO : 3
ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MCOBRI

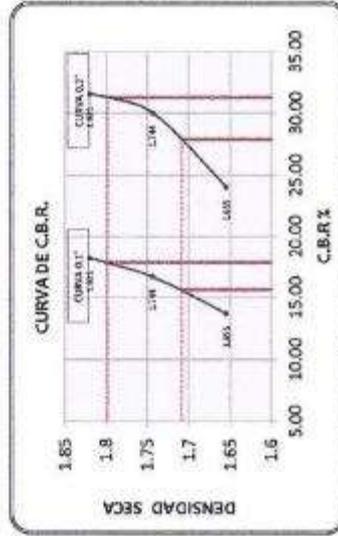
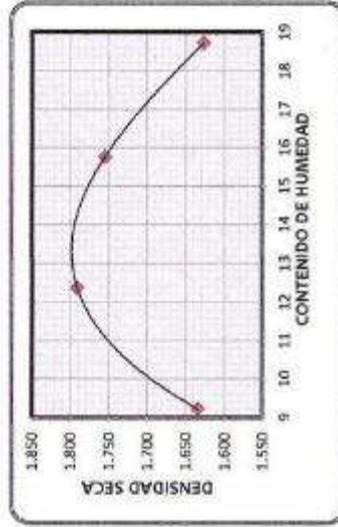
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO JUNIO 2019*

UBICACIÓN : CHILCA HUANCAYO JUNIN
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1557

CALICATA	C-3
ADITIVO	EZP 4%
PROGRESIVA	0+100
PROF. (m)	1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.798 (g/cm³)
CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.3 (%)

Penetración (pulg.)	± M.D.S.	CBR %
0.1	100	17.89
0.2	95	35.65
0.3	100	31.23
0.4	95	27.89

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 78926 - REG. CONSULTOR C.5988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

OBSERVACIÓN

: Muestra recibidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (IGUAL PEQUENA INDCOPIE: 09504: 5933)

AV. LOS CHANCOS 593 BARRIO SANTA ANA-HUANCAYELICA
SEDE: AV. CALLE REAL 341, CHILCA-HUANCAYO
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES.
RUC: 20568403038

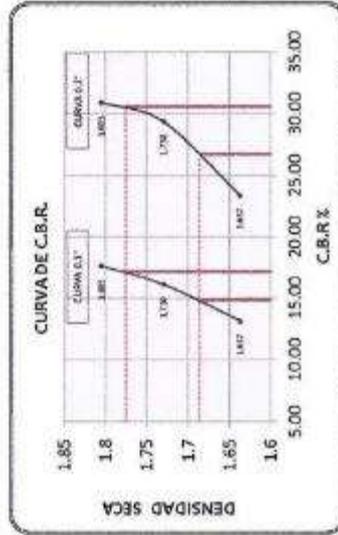
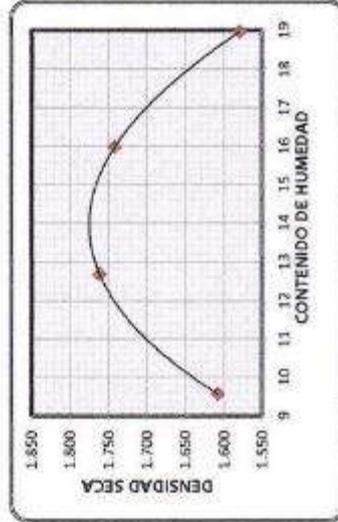


EXPEDIENTE N° : 259-2015
 ESTUDIO : 3
 ATENCIÓN : GIAN MARCO DIAZ MOORI
 PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEJOR DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-HUINI 2019"
 UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO HUINI
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 8 de 8.

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR - ASTM D1883

CALCATA	C-3
ADITIVO	EZP 7%.
PROGRESIVA	0+200
PROF. (m)	1,50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.775 (g/cm³)
 CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.0 (M)

Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
0.1	100	37.50
0.1	95	34.80
0.2	100	30.50
0.3	95	26.70

OBSERVACIÓN

Muestra remitida por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (IGUA PERUANA INDECOPI: GP 800: 1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
 INGENIERO TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

AV. LOS CHANCAS 593 BARRIO SANTA ANA-HUANCAVELICA
 SEDE: AV. CALLE REAL 441 CHILCA-HUANCAYO
 CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES.
 RUC: 20568403038



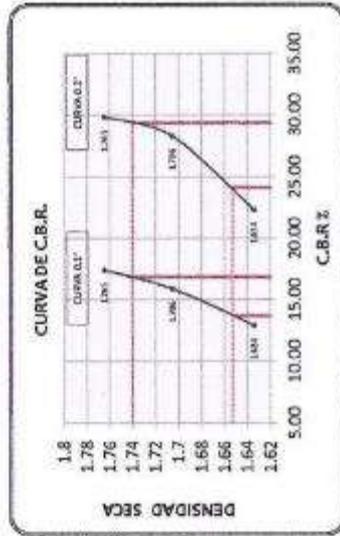
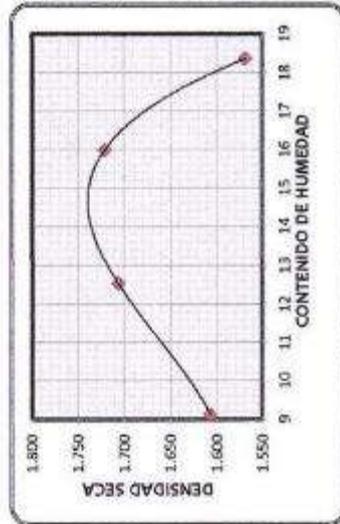
EXPEDIENTE N° : 279-2019
ESTUDIO : 3
ATENCIÓN : GUAN MARCO DIAZ MACOCH
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE AUTÓMOTOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-UNIN 2019'

UBICACIÓN : CHILCA-HUANCAYO-UNIN
FECHA DE RECEPCIÓN : 09 DE DICIEMBRE DEL 2019
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2019

Pág. 3 de 3

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR ASTM D1557

CALICATA	C-3
ADITIVO	EZP 10%
PROGRESIVA	D+200
PROF. (m)	1,50



MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1,74 (g/cm³)
CONTENIDO DE HUMEDAD : 14,7 (%)

Penetración (pulg.)	± M.D.S.	C.B.R. %
0,1	100	16,95
0,1	95	13,68
0,2	100	20,24
0,2	95	24,13

CONSERVACIÓN :

Muestra remitidas por el solicitante.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGÚN PERUANA INDECOP: GP.001: 1993)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7898 - REG. CONSULTOR C.4988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANEXO 10: INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1. INFORME TÉCNICO

PROYECTO:

“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS
NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA
LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO
DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN 2019”

SOLICITANTE:

**FERRALAB SAC**
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES
GIAN MARCO DÍAZ MOORI

HUANCAYO-JUNÍN

2019



ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA:
 - 1.1. GENERALIDADES.
 - 1.2. OBJETIVO.
 - 1.3. UBICACIÓN.
 - 1.4. GEOLOGÍA.
2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA:
 - 2.1. TRABAJOS DE CAMPO.
 - 2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.
 - 2.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.
3. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN:
 - 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.
 - 3.2. EXPLORACIÓN DE CAMPO.
 - 3.3. TRABAJOS DE GABINETE.
 - 3.4. DETERMINACIÓN DEL CBR.
 - 3.5. DETERMINACIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - 3.6. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA.
4. CONCLUSIONES:
5. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN:
6. NORMATIVIDAD UTILIZADA Y BIBLIOGRAFÍA:
7. ANEXOS:
 - 7.1. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.
 - 7.2. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.
 - 7.3. HOJAS DE CÁLCULO.
 - 7.4. PANEL FOTOGRÁFICO.

Ing. Civil Marina Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 19936 - REG. CONSULTOR C.1999
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



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

NORMA ASTM D 1883-73

PROYECTO:

"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN 2019"

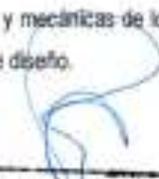
1. MEMORIA DESCRIPTIVA:

1.1. GENERALIDADES:

El estudio de CBR del proyecto **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN 2019"**, es parte del presente estudio.

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" y está normado con el número ASTM D 1883-73. Los trabajos se desarrollaron en tres etapas, inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño. Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo (sub rasante), mediante la ejecución de calcatas distribuidas en el área en estudio. Se tomaron muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.


Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7996 - REG. CONSULTOR C.1993
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



1.2. OBJETIVO:

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de investigar las características de los suelos que permitan establecer los criterios de diseño de la vía los trabajos se desarrollan en tres etapas: inicialmente información, ejecutados directamente en el campo, posteriormente los trabajos que se evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño, los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo, mediante la ejecución de calcatas distribuidas en los lugares indicados por el proyectista en el área de estudio. Se tomaron muestras distribuidas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.

1.3. UBICACIÓN:

El proyecto se encuentra ubicado en:

Sector : LA ESPERANZA
Distrito : CHILCA
Provincia : HUANCAYO
Departamento : JUNÍN

1.4. GEOLOGÍA:

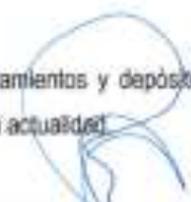
1.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Aspectos geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio y alrededores han sido modelados por eventos de geodinámica interna y externa. Las unidades geomorfológicas existentes son clasificadas como Valles - Quebradas y Estribaciones de la Cordillera Occidental.

Aspectos Litoestratigráficos

La secuencia lito estratigráfica, está dada por la ocurrencia de afloramientos y depósitos no consolidados con edades que se inician en el Cretáceo Inferior, hasta la actualidad.


Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 7836 - REG. CONSULTOR C.584
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



Morfogénesis y Procesos Geodinámicas

La configuración del relieve en la región está subordinada a procesos morfo genéticos que han ocurrido en el pasado geológico.

1.4.2. GEOLOGÍA LOCAL:

Aspectos Geomorfológicos:

El área de estudio se encuentra en el cauce de quebradas antiguas.

Aspectos Lito estratigráficos:

El área en estudio está asociada a depósitos aluviales de quebradas

1.4.3. SISMICIDAD

En general, la zona de estudio se halla en una región de mediana actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de intensidad media durante la vida del proyecto.

La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana, subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el proyecto se encuentra comprendido en la Zona 3.

2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA:

2.1. TRABAJOS DE CAMPO:

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calcetas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavó 3 pozos "a cielo abierto".

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO O.P. 7826 - REG. CONSULTOR C.1992
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



La profundidad alcanzada en las perforaciones mencionadas es de 1.50 m. por debajo de la rasante proyectada y ubicadas en forma alternada (derecha e izquierda) de la vía en estudio.

En cada calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de suelos S.U.C.S. y AASHTO.

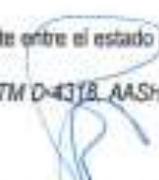
Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar del tramo el cual permitió determinar secciones de características similares, escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calcatas escogidas, y los específicos para determinar las características mecánicas de los suelos de sub rasante. (Ver Anexo: Perfil Estratigráfico).

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron los ensayos de acuerdo a la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Empresa TERRALAB S.A.C., bajo la supervisión del Ingeniero Especialista de Suelos y Pavimentos, y de técnicos de laboratorio, cuyos resultados se presenta en los Anexos.

Los ensayos realizados fueron:

- **Determinación del contenido de humedad:** - La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (ASTM D-2216), MTC E 108-2000).
- **Determinación del Límite Líquido:** El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido. El valor calculado deberá aproximarse al centésimo. ASTM D-4318, AASHTO T-89, MTC E 110-2000.


Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 7898 - REG. CONSULTOR C. 898
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- Determinación del límite plástico e índice de plasticidad: Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen. ASTM D-4318, AASHTO T-90, MTC E 111-2000
- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado: La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200). ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000.
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada : (56 000 lb-pie/ pie³ [2 700 kN-m/m³]) (PROCTOR MODIFICADO): Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pistón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/ pie³ (2 700 kN-m/m³). ASTM D - 1557, MTC E 115-2000.
- California Bearing Ratio (CBR): Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado. ASTM -19883, AASHTO T-193, MTC E 132-2000.

2.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO:

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La

Ing. Civil Marino Peña-Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78908 - REG. CONSULTOR C.5888
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo. Se establece el siguiente Perfil Estratigráfico para este estudio

3. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE MEJORAMIENTO O PAVIMENTACIÓN:

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS:

La descripción de cada estrato ha sido identificada por el personal capacitado, describiendo su composición del suelo, encontrándose por cada calicata diversos tipos de suelos.

3.2. EXPLORACIÓN DE CAMPO:

Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo, mediante la ejecución de calicatas distribuidas en los lugares indicados en el área de estudio. Dicha indicación estuvo a cargo del responsable del proyecto. Se tomaron muestras distribuidas de cada una de las exploraciones ejecutadas, de acuerdo a la EM 2000 a las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo las que sirvieron de base para determinar las características de diseño. Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico a un costado de la vía en estudio, no ha sido necesario realizar prospecciones a menor distancia dado que las características del terreno han permanecido homogéneas.

3.3. TRABAJOS DE GABINETE:

El procedimiento y los equipos utilizados para los ensayos requeridos fueron:

3.3.1.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

Para este ensayo se utilizó:

- ❖ Horno de secado: Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. (CALIBRADO)
- ❖ Balanzas: De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.1 g para muestras de menos de 200 g (CALIBRADO)


Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7896 - REG. CONSULTOR C.888
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ❖ Recipientes: Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de PH variable, y a limpieza.
- ❖ Utensilios para manipulación de recipientes: Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- ❖ Otros utensilios : Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas, Cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

El procedimiento realizado fue:

- ❖ Se ha determinado y registrado la masa en un contenedor limpio y seco.
- ❖ Se ha seleccionado especímenes de ensayo representativos de acuerdo lo indicado anteriormente.
- ❖ Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.
- ❖ Remover la tapa y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 °C a menos que se especifique otra temperatura. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.
- ❖ Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno. Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno.

3.3.2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

Los aparatos utilizados fueron:

- ❖ Recipiente para Almacenaje: Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.
- ❖ Espátula: De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.
- ❖ Aparato del límite líquido (o de Casagrande). (CALIBRADO)
- ❖ Acanalador.
- ❖ Calibrador: Ya sea incorporado al ranurador o separado, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10.00 ± 0.2 mm ($0.394" \pm 0.008"$) de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- ❖ Recipientes o Pesa Filtros: De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- ❖ Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.1 gr. (CALIBRADO)

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 19938 - REG. CONSULTOR C.5998
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ◆ Horno o Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$) para secar la muestra. (CALIBRADO)

El procedimiento realizado fue:

Colocamos la muestra de suelo en una vasija de porcelana y mezclamos completamente con 15 a 20 ml. de agua destilada, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml. Mezclamos completamente cada incremento de agua con el suelo.

Cuando haya sido mezclada suficiente agua completamente con el suelo y la consistencia producida requiera de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce para que se ocasione el cierre, colocamos una porción de la mezcla en la cazuela sobre el sitio en que ésta reposa en la base, y comprimo hacia abajo, teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire dentro de la masa. Nivelamos el suelo con la espátula y al mismo tiempo emparejamos hasta conseguir una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo. Regresamos el exceso de suelo a la Vasija de porcelana.

Dividimos el suelo en la taza de bronce por pasadas firmes del acanalador a lo largo del diámetro y a través de la línea central de la masa del suelo de modo que se forme una ranura limpia y de dimensiones apropiadas. Para evitar rasgaduras en los lados de la ranura o escurrimientos de la pasta del suelo a la cazuela de bronce, se permite hacer hasta 5 pasadas de adelante hacia atrás o de atrás hacia adelante, contando cada recorrida como una pasada, con cada pasada el acanalador debe penetrar un poco más profundo hasta que la última pasada de atrás hacia adelante limpie el fondo de la cazuela. Hicimos una ranura con el menor número de pasadas posible.

Elevamos y golpeamos la taza de bronce girando la manija F, a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (0.5"). Anotamos el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.

En lugar de fluir sobre la superficie de la taza algunos suelos tienden a deslizarse. Sacamos una tajada de suelo aproximadamente del ancho de la espátula, tomándola de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura e incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto, y colocamos en un recipiente adecuado.

Pesamos y anotamos. Colocamos el suelo dentro de la pesa filtro en el horno a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$) hasta obtener peso constante y volvemos a pesar tan pronto como se haya enfriado, pero antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Anotamos este peso, así como la pérdida de peso debida al secamiento y el peso del agua.

Transferimos el suelo sobrante en la taza de bronce a la cápsula de porcelana. Lavamos y secamos la taza de bronce y el ranurador y armamos de nuevo el aparato del límite líquido para repetir el ensayo.

Repetimos la operación anterior por lo menos en dos ensayos adicionales, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor firmeza. El objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que al menos una de las determinaciones del

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7895 - REG. CONSULTOR C.8888
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35; 20-30; 15-25. De esta manera, el alcance de las 3 determinaciones debe ser de 10 golpes.

3.3.3.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DEL SUELOS

Los aparatos utilizados fueron:

- ❖ Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- ❖ Recipiente para Almacenaje, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- ❖ Balanza, con aproximación a 0.1 g. (CALIBRADO)
- ❖ Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). (CALIBRADO)
- ❖ Tamiz, de 425 μ m (N° 40).
- ❖ Agua destilada
- ❖ Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- ❖ Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

El procedimiento realizado:

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorona aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo.

La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo a la guía de Determinación del contenido de humedad.

Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado.

3.3.4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Los aparatos utilizados fueron:

- ❖ Una balanza. (CALIBRADO)
- ❖ Tamices de malla cuadrada
- ❖ 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 35,1 mm (1 1/2"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (3/4"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).
- ❖ Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:
 - 75 mm (3"), 37,5 mm (1 1/2"), 19,0 mm (3/4"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (N° 4), 2,36 mm (N° 8), 1,10 mm (N° 16), 600 μ m (N° 30), 300 μ m (N° 50), 150 μ m (N° 100), 75 μ m (N° 200).

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 7036 - REG. CONSULTOR C.598
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ❖ Horno o Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). (CALIBRADO)
- ❖ Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- ❖ Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

▪ **ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ**

DE 4,760 mm (N° 4).

Separamos la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

Se ha realizado el movimiento manual del tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla.

Se determinó el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

▪ **Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N°200).**

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.1 g.

- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.

- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se pesa.

3.3.5.- COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]) (PROCTOR MODIFICADO)

Los aparatos que se utilizaron:

- ❖ Ensamblaje del Molde: Los moldes son cilíndricos, tienen una sección circular, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro.
- ❖ Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio $4,000 \pm 0,016$ pulg. ($101,6 \pm 0,4$ mm) de diámetro interior, una altura de $4,584 \pm 0,018$ pulg. ($116,4 \pm 0,5$ mm) y un volumen de $0,0333 \pm 0,0005$ pie³ (944 ± 14 cm³).
- ❖ Pisón o Martillo.- Un pisón operado manualmente. El pisón cae libremente a una distancia de $18 \pm 0,05$ pulg. ($457,2 \pm 1,6$ mm) de la superficie de espécimen.
- ❖ Extractor de Muestras.- Se usa una gata con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78926 - REG. CONSULTOR C. 5988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ❖ Balanza.- Una balanza de aproximación de 1 gramo. (CALIBRADO)
- ❖ Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C) a través de la cámara de secado.
- ❖ Regla.- Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,005$ pulg ($\pm 0,1$ mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 1/8 pulg (3mm).
- ❖ Tamices o Mallas.- De 3/4 pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), conforme a los requisitos de la especificación ASTM E11 ("Especificación para mallas metálicas con fines de ensayo").
- ❖ Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.

• **PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO SUELOS:**

Método de Preparación Seca. - Las muestras extraídas estaban húmedas, por lo que se procedió a reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado se realizó en un aparato de secado. Se disgrega por completo los grumos de tal forma que hemos evitado moler las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: N°4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó 3/4 pulg (19,0mm). Durante la preparación del material granular que pasa la malla 3/4 pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, se disgregó lo suficientemente para que pasen el tamiz 3/8 pulg Se ha preparado cuatro especímenes. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos anteriormente.

Compactación. - Se compactó de la siguiente manera:

- ❖ Se ha determinado y anotado la masa del molde y el plato de base.
- ❖ Se ha ensamblado y asegurado el molde y el collar al plato base. Esto permite una unión al cimiento rígido y se desamolda fácilmente después que se concluya la compactación.
- ❖ Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 2 pulg (5 mm) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactados o extendido cerca de la superficie compactada será recortado. El suelo recortado ha sido incluido con el suelo adicional para la próxima capa.
- ❖ Se ha compactado cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas (101,6 mm) ó 56 golpes para el molde de 6 pulgadas (152,4 mm).

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.9988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



3.3.6.- CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).

Los aparatos utilizados fueron:

- ❖ Prensa CBR. (CALIBRADO)
- ❖ Molde, de metal, cilindrico, de 152, 4 mm \pm 0.66 mm (6 ± 0.026 ") de diámetro interior y de 177,8 \pm 0.46mm (7 ± 0.018 ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50.8 mm (2.0") de altura y una placa de base perforada de 9.53mm ($3/8$ ") de espesor.
- ❖ Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150.8 mm ($5 \frac{15}{16}$ ") de diámetro exterior y de 61,37 \pm 0,127 mm ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor, para insertarlo como falso fondo en el molde cilindrico durante la compactación.
- ❖ Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo
- ❖ Pistón de penetración.
- ❖ Diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- ❖ Una Poza con agua.
- ❖ Horno o Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (CALIBRADO)
- ❖ Balanza con capacidad de 20 kg y otra de 1000 g con sensibilidades de 1g y 0.1g, respectivamente.
- ❖ Tamices, de 4.76 mm (No. 4), 19.05 mm ($3/4$ ") y 50.80 mm (2").
- ❖ Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

Procedimiento:

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno.

En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

- **Preparación de la Muestra.-** Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm ($3/4$ "), se utilizó para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. De la muestra así preparada se tomó la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más o menos unos 5 kg por cada molde CBR.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

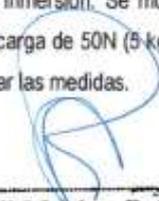


Se determinó la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compactó un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación.

Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se ha determinado la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E108 una vez conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo.

- **Elaboración de especímenes.** Se pesó el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro. Una vez preparado el molde, se compactó el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación, pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes encada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Para suelos granulares, la prueba se efectuó dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.
- **Penetración.** Se aplicó una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, se asentó el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, llevamos el conjunto a la prensa y colocamos el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y se añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión. Se montó el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se han situado las agujas de los diales para verificar las medidas.


Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.3988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



3.4. DETERMINACIÓN DEL CBR:

❖ El % de C.B.R. de las tres calicatas que alcanza al 0.1" (95%) del suelo natural es:

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	MUESTRA	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-1	M-1	7.69	5.59	17.03	14.60
2	C-2	M-1	7.34	5.34	16.23	13.36
3	C-3	M-1	8.07	5.77	17.65	14.21

❖ De acuerdo a lo realizado anteriormente, se seleccionó en Valor de CBR más crítico, en este caso de la calicata C-2 el cual tiene un valor de 5.34 % al 0.1" (95%), por lo que se procedió a estabilizar con Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polimeros (EZP) en proporciones de 1%, 4%, 7% y 10% en relación al peso del material. A continuación, se detalla los resultados obtenidos:

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	CAL 1%	14.45	11.05	28.05	22.84
2	C-2	CAL 4%	15.64	13.62	28.76	26.35
3	C-2	CAL 7%	14.76	12.45	28.45	23.56
4	C-2	CAL 10%	13.98	11.01	28.66	23.98

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	CEMENTO 1%	14.02	11.02	28.13	23.12
2	C-2	CEMENTO 4%	15.46	12.67	28.27	23.87
3	C-2	CEMENTO 7%	14.62	11.73	26.11	21.67
4	C-2	CEMENTO 10%	13.56	10.76	24.88	20.34

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	EZP 1%	16.87	14.57	29.67	26.24
2	C-2	EZP 4%	17.89	15.65	31.23	27.89
3	C-2	EZP 7%	17.14	14.81	30.55	26.71
4	C-2	EZP 10%	16.85	13.68	29.34	24.13

Ing. Civil *Martín Peña Dueñas*
ASESOR TÉCNICO INGENIERO CONSULTOR C.988
ESPECIALISTA EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS
CONCRETO Y GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



3.5. DETERMINACIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO:

- ❖ La Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad de las tres calicatas del suelo natural es:

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	MUESTRA	M.D.S.	O.C.H.
1	C-1	M-1	1,703	17,2
2	C-2	M-1	1,697	17,1
3	C-3	M-1	1,715	17,7

- ❖ De acuerdo a lo realizado anteriormente en el ítem 3.4, en relación a la selección de la calicata C-2 se procedió a estabilizar con Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polimeros (EZP) en proporciones de 1%, 4%, 7% y 10% en relación al peso del material. A continuación, se detalla los resultados obtenidos:

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	CAL 1%	1,732	11,9
2	C-2	CAL 4%	1,745	13,3
3	C-2	CAL 7%	1,725	12,1
4	C-2	CAL 10%	1,711	13,3

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	CEMENTO 1%	1,714	13,4
2	C-2	CEMENTO 4%	1,719	13,5
3	C-2	CEMENTO 7%	1,704	14,1
4	C-2	CEMENTO 10%	1,696	14,3

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	EZP 1%	1,769	13,4
2	C-2	EZP 4%	1,798	13,3
3	C-2	EZP 7%	1,775	14,0
4	C-2	EZP 10%	1,740	14,7

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.6988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOTECNIA



3.6. DETERMINACIÓN DEL LÍMITES DE CONSISTENCIA:

- ❖ Los Límites de Consistencia de las tres calicatas del suelo natural es:

ITEM	CALICATA	MUESTRA	LL	LP	I.P.
1	C-1	M-1	43.54	31.67	11.87
2	C-2	M-1	41.89	30.39	11.50
3	C-3	M-1	47.08	37.03	10.05

- ❖ En relación al ensayo de CBR se seleccionaron las muestras estabilizadas con 4% de aditivo en relación al peso del material, ya que estas obtuvieron un porcentaje mayor al estabilizar con Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polimeros (EzP). A continuación, se detalla los resultados obtenidos:

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	CAL 4%	40.11	34.47	5.64

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	CEMENTO 4%	40.98	35.19	5.79

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	EzP 4%	40.020	35.6	4.47

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.5968
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



4. CONCLUSIONES:

En base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio realizados y análisis efectuados se concluyó:

❖ **CUADRO DE CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA: SUCS – AASHTO.**

Según el Sistema Unificado De Clasificación de suelos y la AASHTO para cada calicata se clasificaron en:

ITEM	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		NOMBRE DEL GRUPO
			SUCS	AASHTO	
1	C-1	M-1	CL	A-7-5 (4)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA
2	C-2	M-2	CL	A-7-5 (5)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA
3	C-3	M-3	CL	A-7-5 (3)	ARCILLA LIGERA GRAVOSA

❖ **CUADRO DE LIMITES DE CONSISTENCIA:** Se detalla el Limite Liquido, el Limite de Plasticidad y el Índice Plástico.

ITEM	CALICATA	MUESTRA	LL	LP	I.P.
1	C-1	M-1	43.54	31.67	11.87
2	C-2	M-1	41.89	30.39	11.50
3	C-3	M-1	47.08	37.03	10.05

Se utilizó 3 muestras de la calicata C-2, el cual fue **estabilizado** en proporción de 4% en relación al peso del material con aditivos de Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polímeros, obteniéndose los siguientes resultados:

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	CAL 4%	40.11	34.47	5.64

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	CEMENTO 4%	40.98	35.19	5.79

ITEM	CALICATA	ADITIVO	LL	LP	I.P.
1	C-2	EZP 4%	40.020	35.6	4.47

Ing. Civil Marina Peña Areñas
ASESOR TÉCNICO CIP 71936 - REG. CONSULTOR C.5988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ❖ **CUADRO DE PROCTOR:** La Máxima Densidad Seca y el Optimo Contenido de Humedad deberán ser utilizados para la compactación y así poder alcanzar su máxima resistencia (véase el siguiente cuadro).

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	MUESTRA	M.D.S.	O.C.H.
1	C-1	M-1	1.703	17.2
2	C-2	M-1	1.697	17.1
3	C-3	M-1	1.715	17.7

Se utilizo 3 muestras de la calicata C-2, ya que presenta el valor más crítico de CBR, por lo que fue estabilizado en proporción de 1%, 4%, 7% y 10% en relación al peso del material con aditivos de Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polimeros, obteniéndose los siguientes resultados:

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	CAL 1%	1.732	11.9
2	C-2	CAL 4%	1.745	13.3
3	C-2	CAL 7%	1.725	12.1
4	C-2	CAL 10%	1.711	13.3

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	CEMENTO 1%	1.714	13.4
2	C-2	CEMENTO 4%	1.719	13.5
3	C-2	CEMENTO 7%	1.704	14.1
4	C-2	CEMENTO 10%	1.696	14.3

PROCTOR MODIFICADO				
ITEM	CALICATA	ADITIVO	M.D.S.	O.C.H.
1	C-2	EZP 1%	1.769	13.4
2	C-2	EZP 4%	1.798	13.3
3	C-2	EZP 7%	1.775	14.0
4	C-2	EZP 10%	1.740	14.7

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78936 - REG. CONSULTOR C.998
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- ❖ **CUADRO DE C.B.R.:** La vía en estudio tiene una capacidad de soporte Regular, de acuerdo a los ensayos realizados según la norma ASTM D1883 y el grado de compactación del ensayo de C.B.R. es:

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	MUESTRA	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-1	M-1	7.69	5.59	17.03	14.60
2	C-2	M-1	7.34	5.34	16.23	13.36
3	C-3	M-1	8.07	5.77	17.65	14.21

Se utilizó 3 muestras de la calicata C-2, ya que presenta el valor más crítico de CBR, por lo que fue estabilizado en proporción de 1%, 4%, 7% y 10% en relación al peso del material con aditivos de Cal, Cemento y Estabilizador Z con Polimeros, obteniéndose los siguientes resultados:

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	CAL 1%	14.45	11.05	28.05	22.84
2	C-2	CAL 4%	15.64	13.62	28.76	26.35
3	C-2	CAL 7%	14.76	12.45	28.45	23.56
4	C-2	CAL 10%	13.98	11.01	28.66	23.98

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	CEMENTO 1%	14.02	11.02	28.13	23.12
2	C-2	CEMENTO 4%	15.46	12.67	28.27	23.87
3	C-2	CEMENTO 7%	14.62	11.73	26.11	21.67
4	C-2	CEMENTO 10%	13.56	10.76	24.88	20.34

C.B.R.						
ITEM	CALICATA	ADITIVO	1"		2"	
			100%	95%	100%	95%
1	C-2	EZP 1%	16.87	14.57	29.67	26.24
2	C-2	EZP 4%	17.89	15.65	31.23	27.89
3	C-2	EZP 7%	17.14	14.81	30.55	26.71
4	C-2	EZP 10%	16.85	13.68	29.34	24.13

- A la fecha no hay presencia de napa freática en las calicatas de 1.50 m. de profundidad.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78996 - REG. CONSULTOR C.9988
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



- El suelo analizado deberá estabilizarse con 4% de dosificación del aditivo a seleccionar por el profesional responsable, ya que con el porcentaje indicado alcanzó los valores mas altos por cada tipo de aditivo.
- Los resultados de CBR obtenidos de los suelos estabilizados con aditivos para Sub rasante son de categoría S3 de acuerdo a la clasificación siguiente:

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

5. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN:

Para el proceso de elaboración del expediente técnico:

- Se recomienda estabilizar el suelo con 4% de estabilizador, ya que es la dosificación con la que se comporta mejor el tipo de suelo analizado.

Para el proceso de ejecución de obra:

- Se deberá de hallar en C.B.R. "insitu" y densidad para verificar los CBR'S de diseño.
- La sub rasante deberá tomar un 95% de compactación.
- La calidad y especificaciones técnicas de los materiales a utilizar como mejoramiento de subrasante base deben cumplir los requisitos establecidos en las normas vigentes.

6. NORMATIVIDAD UTILIZADA Y BIBLIOGRAFÍA:

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	T88	D422	2.50 Kg.	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	2.50 Kg.	Para determinar en contenido de humedad existente en el terreno.

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 79936 - REG. CONSULTOR C.9999
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



Límite líquido	Clasificación	T69	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Límite Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
Índice Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	T180	D1557	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de soporte del terreno
CBR	Diseño de Espesores	T193	D1883	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de carga, Permite inferir el módulo resiliente.

- ❖ MANUAL DE CARRETERAS.
- ❖ NORMA CE.010: PAVIMENTOS URBANOS-RNE
- ❖ MANUAL DE SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL MTC (EM-2000-MTC).

Ing. Civil Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 78926 - REG. CONSULTOR C.9968
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



TERRALAB SAC
CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO



- **CALICATA N° 01:**
PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+000
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

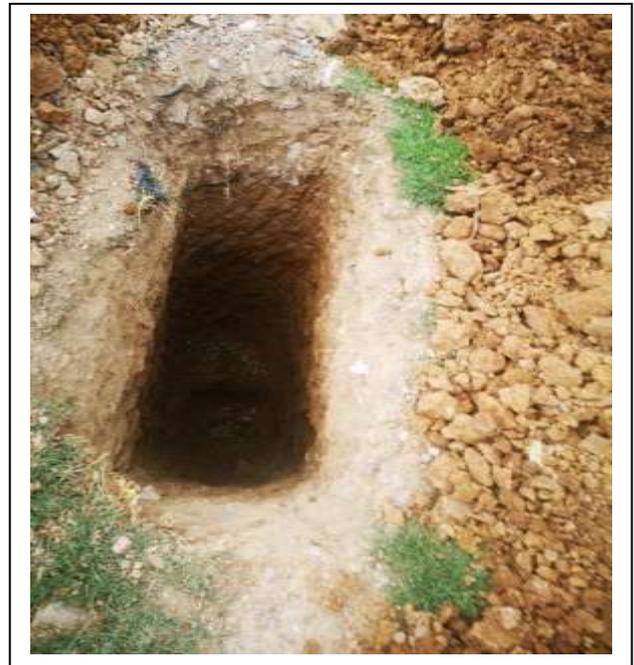
- **CALICATA N° 01:**
PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+000
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.





- **CALICATA N° 01:**
PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+000
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

- **CALICATA N° 01:**
PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+000
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.





- **CALICATA N° 02:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+200
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

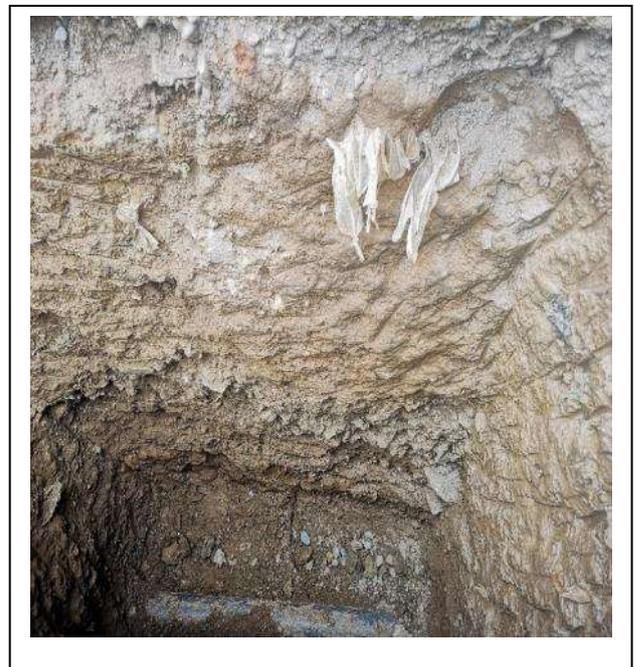
- **CALICATA N° 02:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+200
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.





- **CALICATA N° 02:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+200
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

- **CALICATA N° 02:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+200
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.





- **CALICATA N° 03:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+400
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

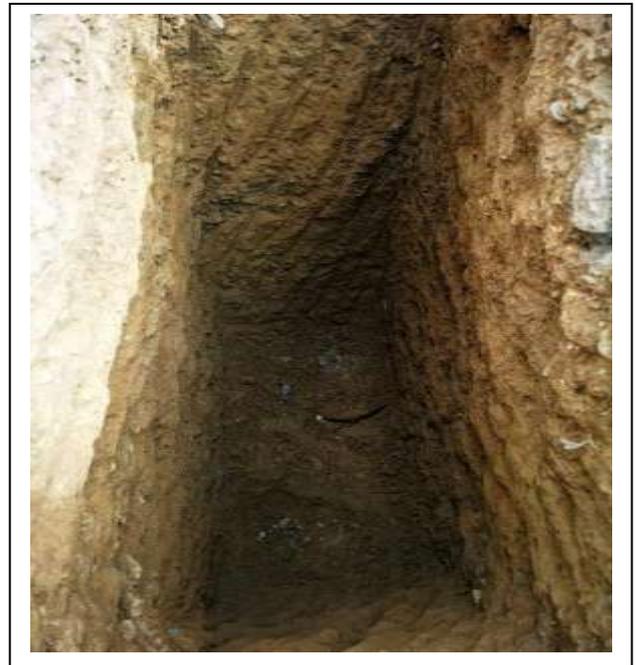
- **CALICATA N° 03:**
 PROYECTO “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019”
- **PROGRESIVA:** 0+400
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.





- **CALICATA N° 03:**
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019"
- **PROGRESIVA:** 0+400
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.

- **CALICATA N° 03:**
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCAHUANCAYO-JUNÍN 2019"
- **PROGRESIVA:** 0+400
- **PROFUNDIDAD:** 1.50 m.



ANEXO 12: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS NO PAVIMENTADAS POR MEDIO DE ADITIVOS EN LA LADERA DEL SECTOR LA ESPERANZA DEL DISTRITO DE CHILCA–HUANCAYO–JUNÍN, 2019

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo influye el uso de los aditivos en la estabilización del suelo cohesivo en vías no pavimentadas del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia del uso de aditivos en la estabilización del suelo cohesivo en vías no pavimentadas del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.</p>	<p>1. Antecedentes: A nivel Nacional. Chura y Romero (2017) sustentaron la tesis "Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPEU Juliaca", para obtener el grado de ingeniero civil en el que realizan un estudio con el objetivo de buscar la estabilización de los suelos cohesivos, a través del empleo de cemento, geotextil cal y geomallas. Esta investigación científica es de tipo cuantitativo, con un diseño experimental y comparacional.</p> <p>B nivel Internacional Los bachilleres Hernández, Mejía, y Zelaya (2016) sustentó la tesis "Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador", para obtener el grado de Ingeniero Civil en el que el objetivo de la investigación que desarrollaron fue el análisis del comportamiento de un suelo arcilloso a través de la aplicación de cal como estabilizador; la metodología empleada es de una investigación de tipo experimental, con ensayos realizados en laboratorio.</p> <p>2. Marco conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura vial - Suelos - Estabilización de suelos - Criterios para determinar la estabilización de suelos. 	<p>Hipótesis general: La adición de aditivos influye en la estabilización del suelo cohesivo para vías no pavimentadas del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019.</p>	<p>Variable Independiente: Aditivo Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cal - Cemento - Estabilizador Z con Polímeros 	<p>Tipo: Aplicada. Nivel: Explicativo Diseño: Tipo experimental pre test-post test de grupo control.</p> <p style="text-align: right;">GE: O1 - O2 GC: O3 X1 O4 O5 X2 O6 O7 X3 O8</p> <p>Cuando: GE : Grupo experimental GC : Grupo control O1, O3, O5, O7 : Pre test O2, O4, O6, O8 : Post test X1 : Aditivo cal X2 : Aditivo Cemento X3 : Aditivo estabilizador Z con polímeros</p> <p>Población y muestra: Población: En el caso de esta investigación, la población está conformada por las vías principales del sector La Esperanza, distrito de Chilca-provincia de Huancayo, región Junín. Muestra: El tipo de muestreo es probabilístico- intencional. La muestra está conformada por la Av. Proceres, conformada por los 0.491 kilómetros de vía, por 3 calicatas seleccionadas en forma intencional por el investigador. Técnicas e instrumentos: Fichaje: Ficha de recolección de datos de calicatas en campo Técnicas de procesamiento de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico de suelos por tamizado-MTC E107. • Determinación del contenido de humedad de un suelo-MTC E108. • Determinación del límite de líquido de los suelos-MTC E110. • Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)-MTC E111. • Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado)-MTC E115. • CBR de suelos (laboratorio)-MTC E132.
<p>Problemas específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál es el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo de la subrasante del sector la Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019? 2. ¿Cuáles son los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019? 3. ¿Cuál es el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019. 2. Determinar los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019. 3. Determinar el valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos de la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca-Huancayo-Junín 2019. 		<p>Hipótesis específicas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El valor de la relación de soporte del suelo cohesivo es inadecuado para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019. 2. Los valores de compactación del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos son adecuados para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019. 3. El valor de la relación de soporte del suelo cohesivo estabilizado por medio de aditivos es adecuado para la subrasante del sector La Esperanza del distrito de Chilca – Huancayo – Junín, 2019. 	<p>Variable dependiente: Estabilización de suelo Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor de la Relación de Soporte (CBR) - Compactación de Suelo <p>Variable dependiente: Suelo cohesivo Dimensiones: -Propiedades Físicas</p> <p>Variable interviniente: Vías no pavimentadas Dimensiones: - Subrasante</p>	