



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA
Y URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo
Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines
de la Subrasante**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
(A) CIVIL**

Autor (es)

Bach. Gamonal Delgado Esthefany Maryory
<https://orcid.org/0000-0002-8702-0324>

Bach. Vasquez Campos Gustavo Ronaldo
<https://orcid.org/0000-0003-0258-6730>

Asesor

Dr. Omar Coronado Zuloeta
<https://orcid.org/0000-0002-7757-4649>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Pimentel – Perú

2023



Universidad
Señor de Sipán

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y FIBRAS DE CÁSCARAS DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Gamonal Delgado Esthefany Maryory	DNI: 74562906	
Vasquez Campos Gustavo Ronaldo	DNI: 70924487	

Pimentel, 20 de noviembre de 2023.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con F

AUTOR

**Esthefany Maryory - Gustavo Ro Gamona
I Delgado - Vásquez Campos**

RECuento DE PALABRAS

16585 Words

RECuento DE CARACTERES

77701 Characters

RECuento DE PÁGINAS

96 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 14, 2023 11:48 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 14, 2023 11:49 PM GMT-5

● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Resumen

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO
CAL Y FIBRAS DE CÁSCARAS DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE**

Aprobación del jurado

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Presidente del Jurado de Tesis

MAG. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN

Secretario del Jurado de Tesis

MAG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

A mi abuelo Adriano Delgado Estela, QEPD, que fue la persona más sabia y culta la cual me enseñó muchas cosas vitales para la vida; y que hoy está gozando de la mirada de Dios y vigilando mis pasos.

A mis pacientes padres Jorge Carlos Gamonal Campos y Miriam Delgado Tarrillo, que han hecho todo lo posible al estar a mi lado de forma constante y ser soporte de mi día a día en mi vida universitaria; de igual manera a mis hermanos, Geiner Dany Andy Gamonal y Karla Yarely Gamonal por ser mis alegrías y motivación para seguir adelante y ser su modelo de ejemplo.

Esthefany Maryory Gamonal Delgado.

A mi madre:

Que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos, valores y por todas las motivaciones lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre:

Que con su motivación y esfuerzo me ayudó en mi carrera profesional.

A mi hermana:

Que siempre estuvo ahí apoyándome en la buenos y en los malos momentos en mi formación profesional.

A toda mi familia:

Por confiar en mí quienes estuvieron también presentes en mi vida profesional.

Gustavo Ronaldo Vasquez Campos.

Agradecimientos

Agradeciendo siempre a Dios quién nos guía y nos da la fortaleza para seguir adelante.

A la familia de la facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Señor de Sipán, integrados por autoridades y docentes, en la cual nos permitió lograr dar un paso más hacia el éxito, por convertirnos profesionales competitivos llenos de conocimientos y expectativas.

A nuestro asesor, Dr. Omar Coronado Zuloeta; por brindarnos sus conocimientos, su dedicación y por ser nuestra guía para así poder culminar esta tesis. Y a todos los participantes que de uno u otra forma fueron parte de esta investigación, agradecemos de su tiempo y apoyo.

Índice

Dedicatoria.....	V
Agradecimientos	VI
Índice de tablas y figuras	VIII
Resumen	XIV
Abstract.....	XV
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema	23
1.3. Hipótesis	23
1.4. Objetivos	24
1.5. Teorías relacionadas al tema	24
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	31
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	31
2.2. Variables, Operacionalización	33
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	39
2.5. Procedimiento de análisis de datos	40
2.6. Criterios éticos	42
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. Resultados	43
3.2. Discusión.....	105
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
4.1. Conclusiones.....	108
4.2. Recomendaciones.....	109
REFERENCIAS	110
ANEXOS.....	115

Índice de tablas y figuras

Tabla I.	Normatividad empleada en la Investigación	27
Tabla II.	Normatividad de Ensayos Mecánicos	28
Tabla III.	Operacionalización de variable dependiente.....	34
Tabla IV.	Operacionalización de la variable independiente.	35
Tabla V.	Ensayos físicos al suelo natural	36
Tabla VI.	Ensayos mecánicos aplicados al suelo natural	37
Tabla VII.	Ensayos mecánicos al suelo arcilloso seleccionado con adición de cal, cascara de café y un óptimo de cal + cascara de café en 4 porcentajes, para su estabilización. .	38
Tabla VIII.	Propiedades físicas de los materiales adicionados para la estabilización del suelo. 43	43
Tabla IX.	Análisis granulométrico del suelo C-1	43
Tabla X.	Distribución granulométrica C-1	44
Tabla XI.	Límites de Atterberg C-1	45
Tabla XII.	Clasificación del suelo C-1.....	46
Tabla XIII.	Análisis granulométrico C-2	46
Tabla XIV.	Distribución granulométrica C-2.....	47
Tabla XV.	Límites de Atterberg C-2.....	48
Tabla XVI.	Clasificación del suelo C-2.....	48
Tabla XVII.	Análisis granulométrico C-3.....	49
Tabla XVIII.	Distribución granulométrica C-3	49
Tabla XIX.	Límites de Atterberg C-3.....	50
Tabla XX.	Clasificación del suelo C-3.....	51
Tabla XXI.	Análisis granulométrico C-4	51
Tabla XXII.	Distribución granulométrica C-4	52
Tabla XXIII.	Límites de Atterberg C-4	53
Tabla XXIV.	Clasificación del suelo C-1	53
Tabla XXV.	Análisis granulométrico C-5.....	54
Tabla XXVI.	Distribución granulométrica C-5	54
Tabla XXVII.	Límites de Atterberg C-5	55
Tabla XXVIII.	Clasificación del suelo C-5.....	56
Tabla XXIX.	Análisis granulométrico C-6.....	56
Tabla XXX.	Distribución granulométrica C-6	57
Tabla XXXI.	Límites de Atterberg C-6	58
Tabla XXXII.	Clasificación del suelo C-6	58

Tabla XXXIII.	Compactación del suelo (Proctor) C-1	59
Tabla XXXIV.	Resultados de ensayo de CBR C-1	60
Tabla XXXV.	Compactación del suelo (Proctor) C-2.....	61
Tabla XXXVI.	Resultados de ensayo de CBR C-2	63
Tabla XXXVII.	Compactación del suelo (Proctor) C-3	64
Tabla XXXVIII.	Resultados de ensayo de CBR C-3	66
Tabla XXXIX.	Compactación del suelo (Proctor) C-4	67
Tabla XL.	Resultados de ensayo de CBR C-4	68
Tabla XLI.	Compactación del suelo (Proctor) C-5	69
Tabla XLII.	Resultados de ensayo de CBR C-5.....	71
Tabla XLIII.	Compactación del suelo (Proctor) C-6.....	72
Tabla XLIV.	Resultados de ensayo de CBR C-6.....	73
Tabla XLV.	Compactación del suelo natural + 2.5% cal.....	74
Tabla XLVI.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 2.5% cal.....	76
Tabla XLVII.	Compactación del suelo natural + 5.0% cal.....	77
Tabla XLVIII.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal.....	78
Tabla XLIX.	Compactación del suelo natural + 7.5% cal.....	79
Tabla L.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 7.5% cal.....	81
Tabla LI.	Compactación del suelo natural + 10% cal	82
Tabla LII.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 10% cal	83
Tabla LIII.	Compactación del suelo natural + 2.5% cáscara de café.....	84
Tabla LIV.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 2.5% cáscara de café	86
Tabla LV.	Compactación del suelo natural + 5.0% cáscara de café.....	87
Tabla LVI.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cáscara de café	88
Tabla LVII.	Compactación del suelo natural + 7.5% cáscara de café	89
Tabla LVIII.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 7.5% cáscara de café ...	91
Tabla LIX.	Compactación del suelo natural + 10% cáscara de café.....	92
Tabla LX.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 10% cáscara de café.....	93
Tabla LXI.	Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café	94
Tabla LXII.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café	96
Tabla LXIII.	Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.....	97
Tabla LXIV.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café	98
Tabla LXV.	Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.....	99
Tabla LXVI.	Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de	

café. 101

Tabla LXVII. Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café..... 102

Tabla LXVIII. Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café. 103

Fig 1.	Procedimiento inicial	40
Fig 2.	Procedimiento para la obtención de resultados finales	41
Fig 3.	Curva granulométrica C-1	44
Fig 4.	Curva granulométrica C-2.....	47
Fig 5.	Curva granulométrica C-3.....	50
Fig 6.	Curva granulométrica C-4	52
Fig 7.	Curva granulométrica C-5	55
Fig 8.	Curva granulométrica C-6.....	57
Fig 9.	Diagrama de Proctor C-1	59
Fig 10.	Diagrama de penetración de C-1 (suelo sin modificación).....	60
Fig 11.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-1 suelo natural (sin modificar)	61
Fig 12.	Diagrama de Proctor C-2.....	62
Fig 13.	Diagrama de penetración de C-2 (suelo sin modificación).....	62
Fig 14.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-2 suelo natural (sin modificar)	63
Fig 15.	Diagrama de Proctor C-3.....	64
Fig 16.	Diagrama de penetración de C-3 (suelo sin modificación).....	65
Fig 17.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-3 suelo natural (sin modificar)	66
Fig 18.	Diagrama de Proctor C-4.....	67
Fig 19.	Diagrama de penetración de C-4 (suelo sin modificación).....	68
Fig 20.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-4 suelo natural (sin modificar)	69
Fig 21.	Diagrama de Proctor C-5.....	70
Fig 22.	Diagrama de penetración de C-5 (suelo sin modificación).....	70
Fig 23.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-5 suelo natural (sin modificar)	71
Fig 24.	Diagrama de Proctor C-6.....	72
Fig 25.	Diagrama de penetración de C-6 (suelo sin modificación).....	73
Fig 26.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-6 suelo natural (sin modificar)	74
Fig 27.	Diagrama de Proctor suelo natural + 2.5% cal.....	75
Fig 28.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 2.5% de cal	75
Fig 29.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 2.5% cal	76

Fig 30.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal.....	77
Fig 31.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal	78
Fig 32.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal	79
Fig 33.	Diagrama de Proctor suelo natural + 7.5% cal.....	80
Fig 34.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 7.5% de cal	80
Fig 35.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 7.5% cal	81
Fig 36.	Diagrama de Proctor suelo natural + 10% cal.....	82
Fig 37.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 10% de cal	83
Fig 38.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 10% cal	84
Fig 39.	Diagrama de Proctor suelo natural + 2.5% cáscara de café	85
Fig 40.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 2.5% de cáscara de café.....	85
Fig 41.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 2.5% cáscara de café.....	86
Fig 42.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cáscara de café.	87
Fig 43.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cáscara de café.....	88
Fig 44.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cáscara de café.....	89
Fig 45.	Diagrama de Proctor suelo natural + 7.5% cáscara de café	90
Fig 46.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 7.5% de cáscara de café.....	90
Fig 47.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 7.5% cal.	91
Fig 48.	Diagrama de Proctor suelo natural + 10% cáscara de café.	92
Fig 49.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 10% de cáscara de café	93
Fig 50.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 10% cáscara de café.....	94
Fig 51.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café.....	95
Fig 52.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 2.5% cáscara de café.	95
Fig 53.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 2.5% cáscara de café.	96
Fig 54.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.....	97
Fig 55.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 5.0% cáscara de café.	98

Fig 56.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.	99
Fig 57.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.....	100
Fig 58.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 7.5% cáscara de café.	100
Fig 59.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.	101
Fig 60.	Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café.....	102
Fig 61.	Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 10% cáscara de café.	103
Fig 62.	Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 10% cáscara de café.	104

Resumen

La baja capacidad de resistencia de los suelos arcillosos genera graves daños a las diferentes estructuras. Por ello el objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento mecánico de un suelo arcilloso en la ciudad de Chiclayo estabilizándolo mediante la adición de cal y cáscaras de café. La metodología empleada consistió en aplicar la exploración del suelo considerando 6 calicatas, luego se realizaron ensayos físicos y mecánicos a las muestras extraídas, con lo cual se seleccionó una de las calicatas en base a las características del suelo, seleccionando así muestras de la calicata C-04, a la cual se le agregó cal y cascara de café en dosis de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% y se combinó óptimo de cal más cada porcentaje de cascara de café, para ser adicionadas al suelo, y se analizó las propiedades mecánicas mediante ensayos de Relación de Soporte de California (CBR) y Proctor. Obteniendo como resultado que la C-04 es un tipo de suelo CL; en tanto para propiedades mecánicas el máximo incremento en el índice de CBR corresponde a suelo más cal en 5% (óptimo) más cascara de café en 5%, logrando un 27.3%, mientras que el suelo natural alcanzó 6.5%, para una penetración de 0.1 pulg y 100% de máxima densidad seca. Concluyendo que la adición de cal más cascara de café en 5% permitió un incremento del CBR en hasta 320%, logrando pasar de una subrasante inadecuada a una sub rasante buena dentro de los estándares de calidad.

Palabras Clave: CBR, comportamiento mecánico del suelo, cal, cascara de café.

Abstract

The low resistance capacity of clayey soils causes serious damage to different structures. Therefore, the objective of the research was to analyse the mechanical behaviour of a clayey soil in the city of Chiclayo, stabilising it by adding lime and coffee husks. The methodology used consisted of applying the exploration of the soil considering 6 pits, then physical and mechanical tests were carried out on the extracted samples, with which one of the pits was selected based on the characteristics of the soil, thus selecting samples from pit C-04, to which lime and coffee husks were added in doses of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% and combined optimum lime plus each percentage of coffee husk, to be added to the soil, and the mechanical properties were analysed by means of California Bearing Ratio (CBR) and Proctor tests. The result was that the C-04 is a CL soil type; while for mechanical properties the maximum increase in the CBR index corresponds to soil plus lime at 5% (optimum) plus coffee husk at 5%, achieving 27.3%, while the natural soil reached 6.5%, for a penetration of 0.1 in. and 100% of maximum dry density. It was concluded that the addition of lime plus coffee husk at 5% allowed an increase in the CBR of up to 320%, and thus achieving a change from an inadequate subgrade to a good subgrade within the quality standards.

Keywords: CBR, mechanical behaviour of soil, lime, coffee husk.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Actualmente, viene sido bastante notorio la baja capacidad en lo referente a la resistencia de los suelos arcillosos y como consecuencia, se generan graves daños en las diferentes estructuras. Asimismo, el costo que demanda dichos daños por el incremento de los suelos es de aproximadamente \$1 billón anual; dejando en total evidencia que no es recomendable realizar ninguna construcción en esta clase de suelo, puesto que un bajo grado de resistencia afecta la estructura y, la reparación de ello cuesta mucho más que estabilizarlo adecuadamente [1], [2]. En los suelos arcillosos muchas veces, tanto la arcilla no estabilizada como la estabilizada se consideran materiales no reforzados, dejando en total evidencia que muchas veces la permanencia en este tipo de suelos no resulta ser apropiados para construcciones, por ejemplo, de carreteras, por la incapacidad en su firmeza y la elevada capacidad de hinchamiento [3].

En Argelia, se considera que la estabilización de suelos se ha practicado durante mucho tiempo mediante la adición de diferentes materiales; no obstante, debido a los escasos estudios relacionados a la estabilización con materiales alternativos originan que aun exista el temor de incorporar dichos elementos para diferentes aplicaciones en ingeniería civil. [4].

En Francia una investigación experimental sobre el empleo de materia como la cal ha desarrollado mejoras en la estabilidad de los suelos esencialmente de tipo arcillosos; dicha investigación permitió corroborar que el suelo con demasiados niveles de cal aumentó la rigidez y la resistencia al corte [5]. Por ende, es de suma importancia estudiar los grados de influencia de la cal en la conductividad hidráulica de los suelos [6].

En el Perú, el tema de los suelos arcillosos es de mucha consideración, por ello se está buscando fundamentalmente evaluar su desempeño mecánico y asimismo la incorporación de materiales alternativos. [7]. Buscando mejorar sus características y sus condiciones de plasticidad, tenacidad y estabilidad. [8]. En zonas como Piura, existe una gran cantidad de vías que se encuentran deterioradas, puesto que no están pavimentadas en su

mayoría, o las condiciones naturales del terreno condicionan esto, situación que perjudica a los pobladores de dichas zonas [9].

En Ancash, gran cantidad de áreas geológicas son arcillosas, y al humedecerse muestran deformaciones en su dimensión, ocasionando así desproporción, y baja capacidad de soporte, por lo que impide que su uso en la capa subrasante sea imposible. [10]. Por otro lado, La libertad, es uno de los departamentos donde ha sido cada vez más notorio que los vehículos de carga y transporte generan problemas de hundimientos pronunciados, levantamiento de polvo, etc. [11]. Así mismo, en la región de Puno, la forma de estabilizar dichos suelos para construir carreteras con pavimentos rígidos y flexibles en espacios territoriales de fundación con mínima capacidad portante, es algo necesario para lograr que este cumpla con los parámetros necesarios [12].

La obra como tal y rehabilitación de una carretera, dirige a que estas acciones empleen diferentes fases de trabajo, como estabilidad del suelo de soporte o subrasante, además se presentan mayormente en lugares donde abunda la presencia de arcilla [13].

En el ámbito local, actualmente en Lambayeque existen muchos inconvenientes al momento de pavimentar las vías, o en vías que se encuentran pavimentadas debido a que aproximadamente el 70% de ellas se encuentran en mal estado, por ende, deja en evidencia que existen suelos inestables y con baja capacidad de resistencia [14]. Por lo que, en la búsqueda de mejorar estas condiciones, se sugiere o recomienda estabilizar dichos tipos de suelos empleando la cal.

Por ende, en este estudio, se evaluó la estabilidad del suelo con materiales como la cascara de café o la cal, puesto que por diversos estudios se ha notado que las características de resistencia que brinda son suficientemente óptimas para que puedan ser utilizadas para la estabilización específicamente en suelos con abundante nivel de arcilla.

En relación a los estudios previos considerados, tenemos estudios como el aplicado en Etiopía por Subash, et.al [15], donde tuvo como objetivo, evaluar el comportamiento mecánico de los estabilizantes al incorporar como, el cemento y ceniza de cascará de café (CCC) en el suelo arcilloso. Su metodología se basó en quemar las cascara de café,

posteriormente sus cenizas fueron trituradas y pasadas por un tamiz de 0,425 mm. Se alcanzó como resultado que en base a la consideración de la dosis de los agentes estabilizantes va en aumento, el índice de hinchamiento libre, el IP y el contenido de agua disminuye. Concluyendo que los suelos analizados no son uniformes, puesto que el porcentaje del 2% de cemento y 15% de CCC, para la estabilización del suelo con arcilla, era el más recomendable.

Atahu, et.al [16] realizó un estudio que tuvo como finalidad incrementar las propiedades del suelo incorporando las cascaras de café. Se utilizó una metodología basada en añadir diferentes porcentajes de cascaras de café, tales como 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Posteriormente se realizaron estudios para evaluar sus rasgos de compresibilidad de un suelo arcilloso. Los hallazgos demostraron que el suelo tratado en base a cascaras de café generalmente mejora en términos de resistencia, siendo el porcentaje más óptimo el 20% de adición, puesto que aumenta 3 veces más la cavidad de carga del suelo. Concluyendo que las cascaras de café resultan ser un buen agente de estabilización, además que permite abordar problemas ambientales y de destrucción, gracias a la cáscara de café.

Hernández y Herrera [17] en su investigación presento se planteó analiza el efecto de las cenizas de cascaras de café (CCC) en un suelo arcilloso-limoso. Dicha metodología consistió en emplear las CCC en porcentajes de 4%, 6% y 8%; posteriormente, se determinaron ensayos de resistencia y CBR. Cada uno de los estudios fue ejecutado tanto al suelo natural como a la muestra que contiene la cascara. Diferentes resultados evidenciaron que la adición de cenizas en los 3 porcentajes incide en el suelo arcilloso-limoso, puesto que le permite mejorar su comportamiento. Concluyendo, que las cascaras de café son alternativas sostenibles, además que resultan ser aptos como estabilizantes, ya que disminuye el aspecto económico a comparación de los costos que genera construcciones de suelos a base de cemento.

Baldovino, et.al [18] en este estudio de investigación se tuvo el objetivo de evidenciar el impacto de contenidos bajos, intermedios y altos de residuos de cal en la estabilización de suelos. Dicha metodología consistió en incorporar un porcentaje fijo de 5% de cal; del mismo

modo, se ejecutaron ensayos para con el fin de establecer la resistencia a la compresión no confinada, la fortaleza por división y durabilidad del suelo frente a ciclos de mojado/seco a largo plazo. Los hallazgos demostraron mejorar la microestructura y el desempeño mecánico de los suelos con la incorporación de cal dolomítica, por otro lado, evidenció disminuciones en la pérdida acumulada de masa. Se concluye, que estabilizar suelos con cal son adecuadas, dado que las características que otorgan son las esperadas respecto a resistencia.

Khodaparast, et.al, [19], esta investigación tuvo el objetivo de indagar acerca de las asignaciones geotécnicas del suelo arcilloso-limoso estabilizado en base a cal. La metodología se centró en desarrollar pruebas específicas de resistencia a diversos factores como la compresión, el corte directo y relación de carga californiana, así como microscopía electrónica de barrido de la microestructura mejorada de los especímenes. Asimismo, se añadieron porcentajes de 6% de cal. Los hallazgos evidenciaron que la materia óptima de cal del 6% aumentó la resistencia de las muestras de suelo; asimismo las pruebas en los especímenes curados durante 7 días mostraron que su resistencia aumentó con un aumento en la cohesión del suelo y las uniones del cemento. Concluyendo que, en el lugar de estudio, la agregación de cal en ha permitido mejorar y aumentar el desempeño mecánico de los suelos arcillosos.

Kumar, [20] desarrolló una investigación que tuvo como finalidad examinar la incorporación de la cal secundaria en beneficio de la estabilización de suelos arcillosos. Se propuso emplear una metodología que incluyó una la asignación de cal auxiliar en la suiedad en cinco proporciones distintas, como 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 %. Posteriormente se examinó dicho suelo con los diferentes porcentajes, determinando sus características geotécnicas del terreno equilibrado. Los resultados investigativos arrojaron que el suelo se expande hasta el nivel de auxiliar cuando se incorpora un 20,0 % de cal. Concluyendo que la expansión del 12% de aplastamiento de neumáticos elásticos y el 20,0 % de cal auxiliar con la pesadez, muestra la mejora continua del suelo en calidad de los suelos arcillosos, por este motivo se recomienda que se agregue la cal o se incentive su consumo.

Mahedi et. Al [21] en su estudio se planteó demostrar la fiabilidad de diferentes estabilizadores como la cal para aumentar las propiedades beneficiosas en los suelos arcillosos. Para dicha metodología se trataron tres suelos diferentes con contenidos variables de cemento portland Tipo I/II, cal y ceniza volante. Las muestras se sometieron a los límites de Atterberg, pH, resistencia a la compresión no confinada, así mismo, se realizó pruebas de hinchamiento volumétrico. Esta investigación, demostró resultados donde se comprueba y se analiza que el cemento tiene una mayor resistencia con un tiempo de fraguado más corto (7 días), mientras que la cal tiene una resistencia máxima más larga (90 días). Concluyendo, que la estabilización con cal en el suelo arcilloso ha permitido mejorar el comportamiento mecánico en dichos suelos arcillosos.

Huancoillo [22], en su trabajo investigativo, el autor se planteó como objetivo de identificar las cualidades mecánicas de un suelo estabilizado empleando cenizas volantes y cal. La metodología que se empleó fue involucrar porcentajes de 5% de cal y ceniza volante en un 5%, 15% y 25%, en el peso total de la muestra. Los resultados que se encontraron fueron que el índice de plasticidad en una muestra natural es de 12.44%, y las muestras estabilizadas son de 4.28%, 4.22% y 4.13%, el CBR en la muestra patrón es del 20%, y para los porcentajes indicados son de 103%, 123% y 80%. Concluyendo que la incorporación de los estímulos en la estabilización de suelos es favorecedora brindando un incremento de las propiedades del suelo, la dosis idónea a usar es el 15%.

Delgado [23], en su estudio se planteó la finalidad de examinar las peculiaridades de una clase de suelo natural estabilizándolo con volúmenes de cal y ceniza de maíz (CMM). El método de estudio que se desarrolló fue integrar porcentajes de cal en un 5%, y de CMM en un 1%, 2% y 3%, en un total de 72 muestras de laboratorio. Los resultados que se encontraron fueron que la densidad seca del suelo estabilizado máximo fue de 1.725 gr/cm³ y el CBR fue 12.84%, 3 veces por encima de la del suelo natural. En conclusión, la estabilización de suelos arcillosos con estos estímulos es aceptable y recomendable, puesto que conlleva a mejorar sus propiedades; y a incrementar porcentajes óptimos del 5% de cal y 3% de CMM.

Flores [24], publicó una investigación donde se propuso como objetivo principal determinar las características del suelo incorporando CCA y cal. La metodología se basó en una combinación del 5%, 10% y 15% de CCA y cal. Entre los resultados, se encontró un índice de plasticidad (IP) el espécimen de control fue de 18.1% y en relación a los porcentajes hallados fueron 16.5% y 14.7% respectivamente, su CBR para la muestra estabilizada óptima al 100% de la densidad máxima es de 10.2- 7.4%, teniendo una subrasante regular. Concluyendo que es recomendable este tipo de material por que mejora la normalización de suelos especialmente en suelos arcillosos y es favorable también en los costos.

En el ámbito nacional, tenemos a Flores [11], tuvo como objetivo evaluar el desempeño del suelo con la incorporación de la cal y cascarilla de arroz. En cuya metodología se realizaron ensayos con porcentajes de 5%,10% y 15% de cal, donde posteriormente se realizaron ensayos determinando el comportamiento físico-mecánico. Los resultados demostraron que la mezcla con cal, adquirirán resultados significativos a la capacidad de soporte, siendo el porcentaje más óptimo de 5%. En conclusión, la agregación de la cal logra mejorar considerablemente la capacidad portante en ArS, convirtiéndolo en un suelo apto, además que es también favorable en los costos.

Huancoillo [25] en su estudio se formuló como objetivo analizar los parámetros físicos-mecánicos que produce la incorporación tanto de la cal con las cenizas volantes en un suelo arcilloso. Se empleó una metodología donde se realizaron diferentes ensayos para determinar el LL, LP, expansión, Dmax. Seca del Proctor modificado y CBR. El resultado arrojó que el suelo en estudio con la incorporación de ambos materiales tuvo como consecuencia un mejor comportamiento que el suelo natural. Concluyendo, la existencia de una posibilidad de emplear dichos materiales para la realización de pavimentos y así mismo se empleen como estabilizador de suelos.

Martínez [26], en su estudio planteó comprobar del desempeño de la cal en dosis de 3%, 5% y 7% para las propiedades del suelo arcilloso. La metodología consistió en realizar ensayos determinando el Proctor Modificado, Atterberg y CBR, con la incorporación en diferentes niveles de Cal. Los resultados demostraron que la adición recomendable de cal

para el mejoramiento en dicho suelo es de 11.50%, dado que permitió mejorar la modalidad mecánica del suelo arcilloso a comparación de la combinación entre la cal y el caucho. Concluyendo, que la adición de la cal de forma individual evidenció un mayor desempeño en comparación del caucho en la estabilidad de los suelos arcillosos.

Tacca [27] en su investigación planteó como objetivo estabilizar el suelo mediante la integración de cal y caucho en porcentajes de 4%,8% y 12%. En la metodología se efectuó ensayos para identificar las características física- mecánicas mediante el empleo de la cal. Asimismo, en las muestras de suelo se identificó el Proctor Modificado, Atterberg y CBR. Los hallazgos evidenciaron que la utilización de la cal incluyo favorablemente en la capacidad de carga del suelo y gracias a este resultado se logró mejorar la estabilidad del suelo, ya que fue tratado con 12% de cal tuvo un CBR del 29%, mientras que, el suelo que el contenido de 8% de cal. cuyo CBR fue del 24%. Finalmente, utilizando un 4% de cal, el CBR llega al 19%, siendo estos porcentajes considerablemente mayor a CBR de suelo natural. Concluyendo, que el suelo arcilloso manejado con cal incide de manera positiva en el CBR, además de su comportamiento mecánico, siendo este material una alternativa viable que puede ser empleada para su estabilización.

Olano [28] en su investigación se propuso la finalidad de establecer un suelo arcilloso utilizando la incorporación de cenizas de café. Dicha metodología se basó en identificar las diferentes propiedades geotécnicas del suelo; asimismo, se analizó sus propiedades mecánicas y las características físicas de las cenizas de café. Posteriormente las cenizas se aplicaron en diversos porcentajes. Los resultados evidenciaron que incorporando el 15% de cascara de café del peso, el suelo arcilloso mejora sus características de resistencia, denotando que fue el porcentaje óptimo. Concluyendo, que las cenizas de café resultan ser una alternativa viable para la estabilización del suelo arcilloso, dado que mejora su comportamiento mecánico.

En el ámbito local tenemos a Sialer [29], en su investigación se planteó el propósito de identificar las características del suelo estabilizado con piedra yesera, con fines de subrasante. El método de estudio consideró la incorporación de estímulos en un 10%, 20% y 30%, del peso del volumen total. Los resultados óptimos que se encontraron fueron que la DMS fue de 1.94 gr/cm³, contenido de humedad de 11.88%, CBR al 100% en un 13.90%, en un 30% de incorporación de piedra yesera. Se concluyó que el uso de este estímulo es adecuado en la estabilidad de los suelos, logra mejorar las propiedades y ser apto para una subrasante regular.

La presente investigación se justifica técnicamente en que al incorporar las cascara de café y cal aportan conocimientos no solo a ingenieros civiles, si no a todas personas interesadas en conocer más a fondo estas variables, puesto que se conoce una alternativa viable que permita estabilizar suelos arcillosos, para mejorar las construcciones, experimentar mayores beneficios y conocer nuevas herramientas de trabajo. Por ende, dichos productos son de suma importancia, ya que en base a estudios previos, es decir investigaciones anteriormente realizadas, este estudio trae nuevos aportes y modelos obtenidos en base a los distintos resultados; así mismo se busca reducir costos y gastos para realizar la estabilización de suelos arcillosos, garantizando además un buen comportamiento mecánico al incorporar las cascara de café y la cal; siendo estos materiales abundantes en nuestro país, en beneficio de la sociedad.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la incorporación de la cascara de café y la cal en el comportamiento mecánico del suelo arcilloso?

1.3. Hipótesis

la adición de las cascara de café y la cal en porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% mejoran el comportamiento mecánico de los suelos arcillosos en Chiclayo.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Analizar el comportamiento mecánico de un suelo arcilloso en la ciudad de Chiclayo estabilizándolo mediante la adición de cal y cáscaras de café.

Objetivos específicos

- Identificar las propiedades físicas del suelo natural, determinar las propiedades físicas de la cáscara de café y la cal.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso natural y adicionando cascara de café y cal en porcentajes 2.5%, 5%, 7.5% y 10%.
- Comparar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso natural y del suelo arcilloso adicionando cascara de café y cal.
- Estimar la dosificación ideal de adición de cal y cascara de café.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Estabilización de suelos (ES). Capacidad de favorecer las características del mismo elemento en estudio, sobre todo le dicha estabilización le brinda propiedades mejoradas. Sabemos, que en la ES se pueden emplear aditivos que permiten clasificar los distintos tipos de suelos, puesto que de tal manera permite determinar la cantidad y el tipo de estabilizantes a usar [30].

Por otro lado, se pueden usar elementos alternativos para estabilizar los distintos tipos de suelos, sin embargo, para emplear dichas alternativas es necesario que cumpla con la misma eficiencia al igual que los aditivos tradicionales [31].

Tipos de estabilización.

Estabilización mecánica. El principal objetivo de estabilizar mecánicamente es para brindar mejores estructuras o no variar la composición subyacente de los suelos existentes. Sin embargo, para poder llevarlo a cabo, los ensayos de compresión, permitirán disminuir el volumen de poros de los suelos, incrementa la resistencia al cizallamiento, la densidad y

sobre todo el mejoramiento de distribuir el choque en el suelo [32].

Estabilización física. Este procedimiento es empleado para modificar de alguna u otra forma las características de los suelos; sin afectar sus características estructurales [32].

Estabilización química. Esto incluye cambiar las propiedades del suelo; asimismo añadir químicos específicos y combinarlos con la muestra en estudio, teniendo en cuenta las descripciones proporcionadas por el solicitante. La prioridad de realizar dicho estudio, es empleando estabilizadores químicos; sin embargo, lo que se busca es mejorarlos, para mantener la resistencia de distintos daños en el transcurso de su uso [33].

Suelo.

Se conceptualiza como suelo a la materia superficial y delicada que conforma la corteza terrestre. Asimismo, en dicha parte superficial surge la separación tanto física y química de las rocas, sin embargo, sus alternaciones se dan por las actividades diarias y regulares de los seres vivos que habitan sobre éste. Por otro lado, entre los agentes físicos se pueden mencionar: el sol, el agua, los cambios de temperatura, y como agentes químicos que se presentan son: oxidación, la carbonatación y la hidratación. Ambos agentes son de vital importancia en la conformación de los suelos [34].

Tipos de Suelos

Existen diferentes tipos de suelos, los cuales podríamos mencionar arcillosos, arenosos, gravosos, limosos y finalmente suelo orgánico. Ahora,

En la actualidad, considerando la maleabilidad del suelo en relación al tamaño de sus partículas, existen diversas maneras de posibilitar la clasificación y agrupación la diversidad de suelos. Las dos modalidades conocidas son: Por SUCS y AASHTO [35].

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación del Suelo

El denominado S.U.C.S fue planteado por Casagrande, es decir la renovación al procedimiento de distribución planteado en 1942 para la base aérea. En el presente método, en la ocasión que el peso de la muestra granular sobrepasa el porcentaje de 50% de una prueba tradicional, el suelo se estima que es grueso, y si pasa más del 50%, el suelo se identifica que es suelo fino [36].

Suelo Grueso. Se clasifica como “grueso” cuando más del 50% de las propiedades o partículas permanecen en el tamiz #200. Dentro de esta categoría, se distingue la arena (S) y la grava (G), separadas mediante el tamiz #4. En otras palabras, si sobrepasa el porcentaje del 50% del peso de la muestra granular original se mantiene en el tamiz #4, se clasifica como grupo G; caso adverso, se asigna al grupo S [36].

- GW (Gravas Limpias): Tienen un $C_u > 4$ y C_c entre 1 – 3 compensan las especificaciones jerárquicas.
- SW (Arenas Limpias): Factor de gradación con $C_u > 6$ y C_c 1-3.
- GP: No acechan factores de gradación con $C_u > 4$ que y C_c 1 – 3.
- SP: Factor de gradación de $C_u > 6$ y C_c de 1-3 no son estimados por estas arenas.

Asimismo, los suelos que contienen una alta cantidad de partículas grunulares finas (> 12%), se consideran que el grano fino afectará la capacidad de soporte de las zonas extensas y la misma facultad de drenaje [34].

- GM: $IP < 4$.
- SM: $IP < 4$.
- GC: $IP > 7$.
- SC: $IP < 7$.

Finalmente, los suelos que poseen una capacidad de finos en el rango del 5% al 12% se consideran en un intervalo intermedio. El SUCS los trata como situaciones límite y les asigna símbolos dobles:

- GW – GM, con un $C_u > 4$ y un $C_c = 1$, $IP < 4$.
- GP – GM, con $C_u > 4$ y C_c de 1-3, $IP < 4$.
- GW – GC, con $C_u > 4$ y $C_c > 1$, $IP > 7$.
- GP – GC, con $C_u > 4$ y C_c entre 1-3 y tienen un $IP > 7$.
- SW – SM, con $C_u > 6$ y C_c es 1, tienen $IP < 4$.
- SP – SM, con $C_u > 6$ y C_c es 1-3, con un $IP < 4$.

- SW – SC, con $C_u > 6$ y C_c entre 1, con un $IP > 7$.
- SP – SC, con $C_u > 6$ y C_c entre 1-3 y con un $IP > 7$.

Suelo Fino. Chura y Romero [34] mencionan que los suelos de grano fino tienen un contenido principalmente por limos y minerales de arcilla, entre otros. Asimismo, se puede afirmar que hay una compensación directa entre la resistencia a la compresión y el límite líquido (LL). Sin embargo, si el límite de líquido está en una posición inferior del porcentaje del 50%, la resistencia a la compresión se considera baja (marcada como [L]), mientras que se clasifica como alta ([H]) cuando supera este umbral.

SUCS: Denominado **Sistema de Clasificación AASHTO**. Este enfoque se fundamenta en la clasificación de los suelos según su respuesta a las cargas aplicadas durante la colocación de pavimentos. Es uno de los métodos con mayor relevancia para que pueda ser aplicado en los suelos de construcciones de carreteras y vías [36].

Suelos Arcillosos (ArS). La arcilla presente en estos suelos está mayormente constituida por partículas de arcilla, se encuentra compuesto por diversas partículas, entre las que se proporcionan la arena y limo, siendo la arcilla la más predominante. La proporción de cada propiedad varía de acuerdo al suelo donde se lleva a cabo la construcción. La manera más eficaz de determinar el tipo de suelo implica realizar pruebas con el propósito de conseguir datos relevantes sobre sus componentes. Sin embargo, en las simulaciones de campo, es necesario humedecer y mezclar el suelo [34].

Norma Técnica Peruana

Ensayos físicos:

Tabla I.

Normatividad empleada en la Investigación

CÓDIGO	DEFINICIÓN
NTP 339.127	Determina el contenido de humedad del suelo.
NTP 339.128	Establece la especificaciones granulométricas.
NTP 339.129	Determina el LL, LP, IP de los suelos.

Ensayos mecánicos:

Tabla II.

Normatividad de Ensayos Mecánicos

CÓDIGO	DEFINICIÓN
NTP 339.154:2001	Determina las cualidades de consolidación de los suelos
NTP 339.167:2002	Ensayos de compresión simple
NTP 339.171:2002	Ensayo específicamente para el corte directo de suelos en base de carácter consolidadas drenadas.

Ensayos teniendo como base la NTP.

Límites de consistencia.

Límite Líquido (LL). Se refiere a la capacidad de agua referida en índices o valores relacionadas que indiquen la concordancia de la materia seca de la prueba. Este límite determina la estandarización utilizando la copa Casagrande, y para ello, se ejecutó la evaluación de la humedad del suelo, se cierra un surco de aproximadamente 12.7mm mediante y el número de golpes es 25 [37].

Límite Plástico (LP). Definido como la capacidad de agua en niveles de porcentajes en relación al peso seco del modelo secado a temperatura, donde los suelos arcillosos cambian de su consistencia semisólido a plástico [38].

Índice de Plasticidad (IP). Llamado también Índice Plástico es la disimilitud LL y LP, esto señala el intervalo de tamaño de variación de la capacidad de agua cuando la tierra se mantendrá flexible o plástico, es decir depende esencialmente de la proporción de arcilla que contenida en el suelo.

Contenido de Humedad. Este tipo de contenido, determina o expresa la humedad en suelo, en porcentaje, y ello refiere a la concordancia que se da entre el vapor de agua que contiene el aire y la que se necesita poner a temperatura (MTC, 2014).

El indicador, se determina con la siguiente fórmula, el resultado de dividir la pesa del agua y del sólido en la muestra [39].

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Peso Específico. Según Santa Cruz [39], es la proporción del peso de las muestras sólidas y el volumen del aire correspondiente, se tiene en cuenta la temperatura y volumen en niveles paralelos, la fórmula se presenta a continuación:

$$\gamma = \rho * g = \frac{W}{V} = \frac{m * g}{V}$$

CBR. Es el índice relativo que soporta de un suelo (C.B.R), además mide el grado de resistencia cortante, en función de la compactación y humedad. Esta prueba se manifiesta en porcentaje y se fundamenta para calcular la presión indispensable para penetrar un pistón en una porción de suelo.

Proctor. Es un procedimiento de laboratorio que es fundamental para calcular la Densidad Seca Máxima (DSM) de un suelo en relación con su contenido de humedad.

Ensayo de corte directo. Se trata del análisis común de la resistencia del suelo utilizada en investigaciones sobre espesores de tierra. Es necesario cuando se están aplicando bajos niveles de esfuerzo o se busca mejorar la resistencia de manera intermitente [40].

Cal. Es un material más empleado con el fin de estabilizar suelos y puede aplicarse de diversas maneras según la necesidad. La ventaja de emplear cal en la estabilización del suelo radica en lograr una resistencia a largo plazo, pero es importante tener en cuenta que la existencia de hidróxido de calcio en este material tiene la función de modificar el pH del suelo [41]. El número de cal para estabilizar los suelos, la resistencia a compresión uniaxial de suelos de material fino compactados con niveles óptimos de humedad puede llegarse incrementarse de manera considerable [42].

Café. El café conforma un poco más del 60% de los productos que se comercializan a nivel mundial. Su origen es de Etiopía. Se considera un café de gran potencia que es bien cultivado, su temperatura es de 18 a 23°C. En el Perú existe una gran diversidad y producción del Café Arábico tanto con sus características agronómicas y morfológicas. Por las propiedades que tiene es una potencia que se puede utilizar en áreas de Ingeniería Civil [43].

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación.

La investigación fue ejecutada de tipo aplicada puesto que se centra en descubrimientos, hallazgos y soluciones planteadas en el objetivo que direcciona el estudio; además se precisa que a través de la teoría permite la solución de problemas prácticos [44]. Por lo que se aplicaron diversos ensayos experimentales de laboratorio, considerando la incorporación de cascara de café y la cal en un suelo arcilloso para lograr la estabilización de este, y en consecuencia mejorar sus propiedades; cuyos procedimientos aplicados estuvieron fundamentados en la literatura técnica referente al tema y principalmente a las normas técnicas consideradas, NTP (Normas Técnicas Peruanas).

Por otro lado, el enfoque establecido fue cuantitativo, pues una investigación con este enfoque permite la medición de las variables de estudios o fenómenos considerados mediante valores numéricos, derivándose de lo experimental y la observación directa para la recopilación de los datos [45]. Por lo que los hallazgos encontrados que permitieron medir las variables de la presente investigación fueron obtenidos y expresados mediante valores numéricos o en porcentajes.

Diseño de Investigación.

Se efectuó un diseño de estudio experimental, puesto que la principal atribución a este diseño es la de verificar con métodos cuantitativos, es decir cuantificar la causalidad de una variable de estudio sobre otra; aspecto que implica de manera directa y significativa, manipulando la variable independiente y representando el tratamiento o intervención que se controla o manipula para determinar qué efectos se producen en la variable dependiente [45]. En tal sentido, que se involucre la manipulación por parte del investigador en la variable independiente, añadiendo la cascara de café y cal al suelo arcilloso para estabilizarlo, permitió identificar el efecto generado en las propiedades mecánicas del suelo, que es lo que se buscó mejorar y evidencia como propósito investigativo.

El nivel del diseño aplicado fue cuasi experimental, pues este nivel considera contar con un grupo control, pudiendo medir y aplicar los instrumentos necesarios de medición hasta más de tres veces [45]. Por lo que en esta investigación se empleó como grupo control un suelo arcilloso de manera natural, al que posteriormente se le añadió cascara de café y cal para medir el efecto producido en sus propiedades mecánicas, aplicando el control y/o la medición en la posprueba.

SA -----			O1		SA -----			O1
SA+2.5%C	X		O2		SA+2.5%CC	X		O3
SA+ 5%C	X		O2		SA+ 5%CC	X		O3
SA+7.5%C	X		O2		SA+7.5%CC	X		O3
SA+10 %C	X		O2		SA+10 %CC	X		O3
SA -----			O1					
SA+5%C+ 2.5% CC		X		O4				
SA+5%C+ 5% CC		X		O4				
SA+5%C+ 7.5% CC		X		O4				
SA+5%C+ 10% CC		X		O4				

Donde:

SA : Es un suelo arcilloso natural, que viene a ser el grupo control de la investigación.

SA + C : Es el primer grupo experimental que consiste en un suelo arcilloso con incorporación de cal para medir los efectos en sus propiedades mecánicas.

SA + CC : Es el segundo grupo experimental que consiste en un suelo natural adicionado con cascara de café para medir los efectos en sus propiedades mecánicas.

SA+C+CC : Corresponde al tercer grupo experimental compuesto por suelo arcilloso con adición de cal en un óptimo contenido más cascara de café en los porcentajes mostrados.

O1 : Es la observación al grupo control.

O2, O3 y O4 : Es la observación a los grupos experimentales.

2.2. Variables, Operacionalización

Variables

Variable dependiente: Comportamiento mecánico de suelos arcillosos.

Variable independiente: Adición de cal y cascara de café.

Operacionalización.

Tabla III.

Operacionalización de variable dependiente.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Comportamiento mecánico de suelos arcillosos.	Es la capacidad de resistencia del suelo, ante diferentes sollicitaciones o tipos de carga que se le aplica en condiciones distintas, por lo que determinar estas capacidades es fundamental, pues la resistencia mecánica es una variable trascendente del suelo [46].	Consiste en la evaluación de la mecánica del suelo, tanto de manera natural y con la injerencia de las variables en estudio, adición de cal y cascaras de café.	Propiedades físicas Propiedades mecánicas.	-Granulometría -Contenido de Humedad - Límites de Atteberg Ensayos de CBR y Proctor		Ficha de observación. Ficha técnica de laboratorio.	% g/cm ³	numérica	De intervalo, comprendido en porcentajes de incremento o decremento.

Tabla IV.

Operacionalización de la variable independiente.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Adición de cal y cascara de café.	Existe una gran diversidad y producción del Café Arábico tanto con sus características agronómicas y morfológicas. [43]. La utilización de la cal para la estabilización de suelos es favorable lograr una mayor resistencia a largo plazo [41].	Se adicionó cal y la cáscara de residuos de café fundamentalmente enfocado en incrementar las características de resistencia del suelo.	Porcentajes de adición Propiedades físicas.	2.5% 5% 7.5% 10% Módulo de Fineza Granulometría % Humedad Peso Específico		Ficha Técnica. Ficha de observación.	%	Numérica	De intervalo, comprendido en porcentajes de adición y propiedades físicas de las adiciones.

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población. Se conforma por una fracción de individuos, que se desea obtener conocimiento o información, pudiendo ser grande o pequeña, además puede ser un grupo finito o infinito, aspecto que depende de lo que se quiere alcanzar con la investigación [44]. Por lo que la población de estudio se encontró constituida por muestras de suelos arcillosos, donde posteriormente se incorporarán cascaras de café y cal. Se debe destacar que se tendrá en cuenta para dicho estudio la Norma Técnica Peruana.

Muestra. Constituida por el conjunto de elementos elegidos de una población con el fin de estudiarlos, de tal manera que los resultados alcanzados sirven para hacer atribuciones sobre la población [44]. Por lo que la muestra estará conformada como se detalla en la Tabla V y Tabla VI.

Tabla V.

Ensayos físicos al suelo natural

ENSAYOS FÍSICOS AL SUELO			
MUESTRA	TIPO DE ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
C-01	Contenido de humedad	6	
C-02			
C-03			
C-04			
C-05			
C-06			
C-01	Granulometría	6	18
C-02			
C-03			
C-04			
C-05			
C-06			
C-01	Límites de consistencia	6	
C-02			
C-03			
C-04			
C-05			
C-06			

Tabla VI.

Ensayos mecánicos aplicados al suelo natural

ENSAYOS MECÁNICOS AL SUELO			
MUESTRA	TIPO DE ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
C-01	CBR		
C-02	CBR		
C-03	CBR	6	
C-04	CBR		
C-05	CBR		
C-06	CBR		12
C-01	PROCTOR		
C-02	PROCTOR		
C-03	PROCTOR	6	
C-04	PROCTOR		
C-05	PROCTOR		
C-06	PROCTOR		

Tabla VII.

Ensayos mecánicos al suelo arcilloso seleccionado con adición de cal, cascara de café y un óptimo de cal + cascara de café en 4 porcentajes, para su estabilización.

ENSAYOS MECÁNICOS AL SUELO ADICIONADO					
TIPO	% DE ADICIÓN	MUESTRA	ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
SA+C	2.50%	C-04	CBR	4	
	5%		CBR		
	7.50%		CBR		
	10%		CBR		
SA+C	2.50%	C-04	PROCTOR	4	
	5%		PROCTOR		
	7.50%		PROCTOR		
	10%		PROCTOR		
SA+CC	2.50%	C-04	CBR	4	
	5%		CBR		
	7.50%		CBR		
	10%		CBR		
SA+CC	2.50%	C-04	PROCTOR	4	
	5%		PROCTOR		
	7.50%		PROCTOR		
	10%		PROCTOR		
SA+5%C+CC	2.50%	C-04	CBR	4	
	5%		CBR		
	7.50%		CBR		
	10%		CBR		
SA+5%C+CC	2.50%	C-04	PROCTOR	4	
	5%		PROCTOR		
	7.50%		PROCTOR		
	10%		PROCTOR		

Muestreo. Consiste en la técnica de selección de un grupo específico representativo de la población, para poder obtener la información necesaria sobre ella. El tipo de muestreo definido es no probabilístico, pues este se emplea cuando se elige la población considerando características en común o a criterio del investigador, sin un método estadístico [44].

Criterios de selección. Se emplearon criterios de exclusión para concretar la población, pues del grupo de muestras granulares de suelo que se consideraron, de 6 calicatas, para la aplicación de la fase experimental considerando las adiciones, se seleccionó

muestras de la calicata 4, en función de las características previamente evaluadas, considerando analizar las propiedades físicas y mecánicas y que cumplan con la condición de ser un suelo arcilloso, que es punto importante en el objetivo propuesto.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas:

Observación. Fue asignada en cada uno de los procedimientos utilizados tanto en la selección de los materiales adicionados, la cal y la cascara de café, así como también en la aplicación de los ensayos físicos y mecánicos al suelo, tanto en su estado natural, así como adicionado. Con lo cual se tomaron los datos numéricos correspondientes en cada fase de la investigación.

Experimentos. Realizados para identificar tanto las propiedades físicas y propiedades mecánicas que caractericen al suelo en estudio, tanto en su estado natural y con la adición de cal y café, y la combinación de ambos. El desarrollo de los ensayos efectuado en el laboratorio de mecánica de suelos, estuvo direccionado por las normas técnicas correspondientes, antes mencionadas, NTP y ASSTHO.

Instrumentos de recolección de datos:

Ficha de observación. La cual se empleó para la toma de información numérica durante y después de cada fase del desarrollo de la investigación.

Ficha técnica. Se realizó el registro correspondiente de los resultados conseguidos tanto de ensayos físicos y mecánicos, de acorde a las normas técnicas.

Validez.

Para conseguir la validez, los instrumentos aplicados fue calificado por 5 expertos en el ámbito del tema objeto de esta investigación, como se observa en el Anexo 1.

Confiabilidad.

La validez de resultados conseguidos se sustenta mediante la certificación de calibración de los instrumentos del laboratorio LEMS W & C EIRL, los cuales se muestran en la sección del Anexo 2. Así mismo se sustenta en los procedimientos utilizados basados en las NTP.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

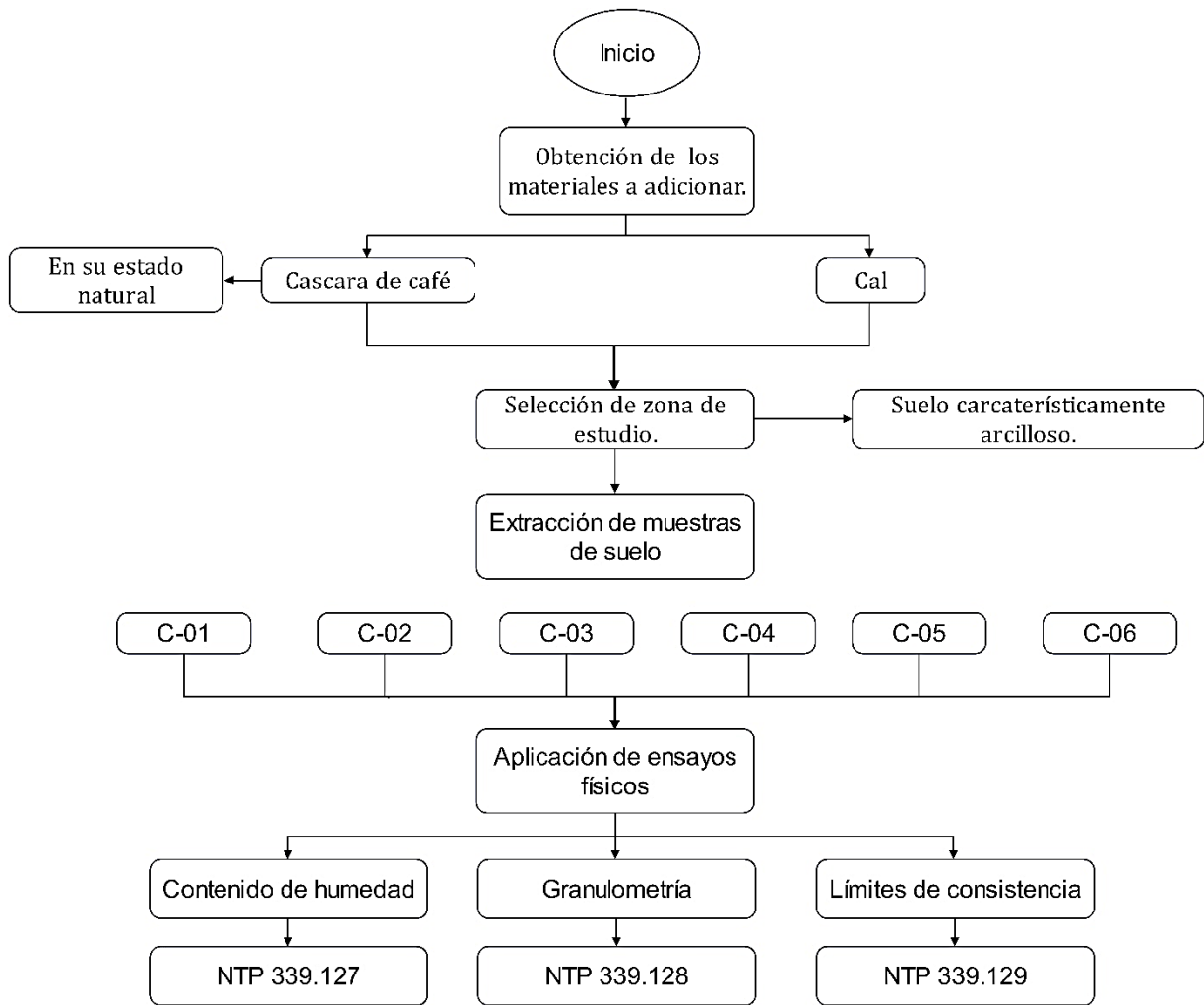


Fig 1. Procedimiento inicial

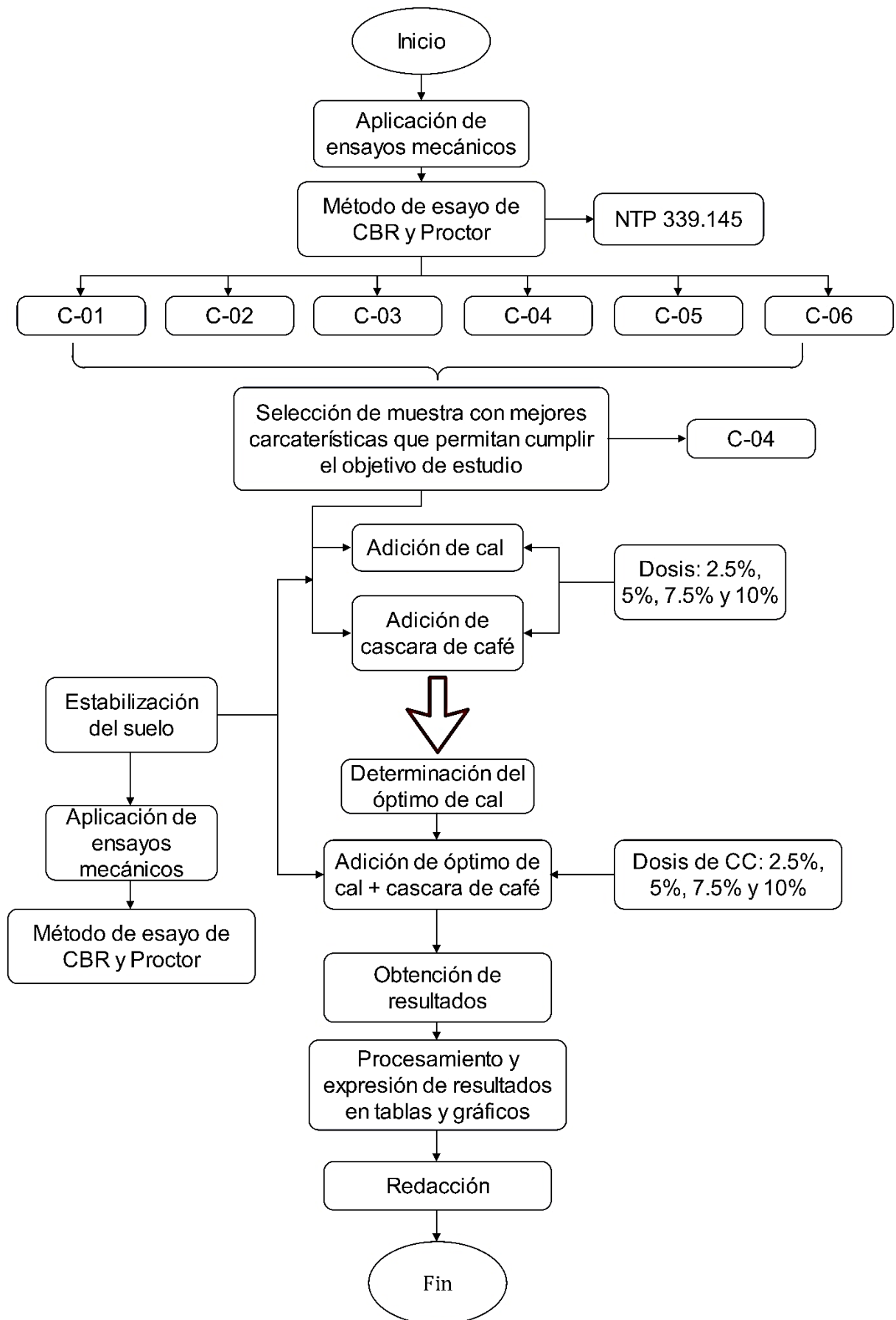


Fig 2. Procedimiento desarrollado para los resultados

2.6. Criterios éticos

La elección del tema de investigación se planteó bajo el objetivo de dar solución a problemas de baja capacidad y los inconvenientes que se presenta cuando se construyen en suelos arcillosos empleados con el propósito de subrasante, el mismo que consiguió la aprobación a través de profesionales conocedores del tema desarrollado.

La investigación desarrollada cumple a lo señalado por la USS, donde se muestran los valores éticos a tener en cuenta, este apartado se evidencia en el oficio N°053-2023/PD USS, en donde señalan al investigador de que manera es la manera de actuar con responsabilidad y honestidad, por otro lado, con el rigor científico debido, ya que cada uno de los instrumentos considerados para obtener los resultados fueron validados por 5 especialistas en el tema de estudio, calificando el criterio y veracidad de cada insumo, para que sea fiable de aplicación. Asimismo, Se respetó en todo momento la propiedad intelectual de diversos investigadores, citando y referenciando debidamente utilizando las normas IEEE.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Para iniciar la etapa experimental de este informe, se ejecutó prioritariamente la exploración de 6 calicatas en un espacio rural, ubicado en la localidad de Tumán, sector los Girasoles- 3era etapa; para recoger muestras de suelo de cada calicata, y ensayarlas bajo las normativas ASTM (Norma norteamericana) y NTP (Normal técnica peruana).

En la Tabla VIII se observan los hallazgos concernientes a las propiedades físicas de los insumos o herramientas empleadas para adicionar al suelo, la cal y la cascara de café, se presentan a continuación:

Tabla VIII.

Propiedades físicas de los materiales adicionados para la estabilización del suelo.

	Cascara de café	Cal
Absorción (%)	27.48	40.86
Peso específico de masa. (g/cm ³)	1.411	1.931
Densidad de consolidación húmedo. (kg/m ³).	355.27	690.61
Densidad de consolidación seco. (kg/m ³)	279.14	542.62
Contenido de humedad (%)	27.27	25.04

Propiedades físicas del suelo

A) Calicata 1 (C-01)

Tabla IX.

Análisis granulométrico del suelo C-1

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.5	99.5
N° 10	2.0	4.9	95.1

N° 20	0.85	6.9	93.1
N° 40	0.425	9.3	90.7
N° 60	0.250	12.8	87.2
N° 140	0.106	19.7	80.3
N° 200	0.075	20.1	79.9

Después de obtener el análisis granulométrico de la C-1, se determinó la organización granulométrica que se indica en la siguiente tabla:

Tabla X.

Distribución granulométrica C-1

<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.5	0.5
	A.G %	4.5	
% Arena	A.M %	4.4	
	A.F %	10.8	19.7
	% Arcilla y Limo	79.9	79.9
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-1 está compuesta por grava (0.5%), arena (19.7%) y arcilla y limo (79.9%). Su contenido de humedad que tiene la C-1 es igual al 3.7%. La figura 3 explica la curva granulométrica de la C-1.

CURVA GRANULOMÉTRICA

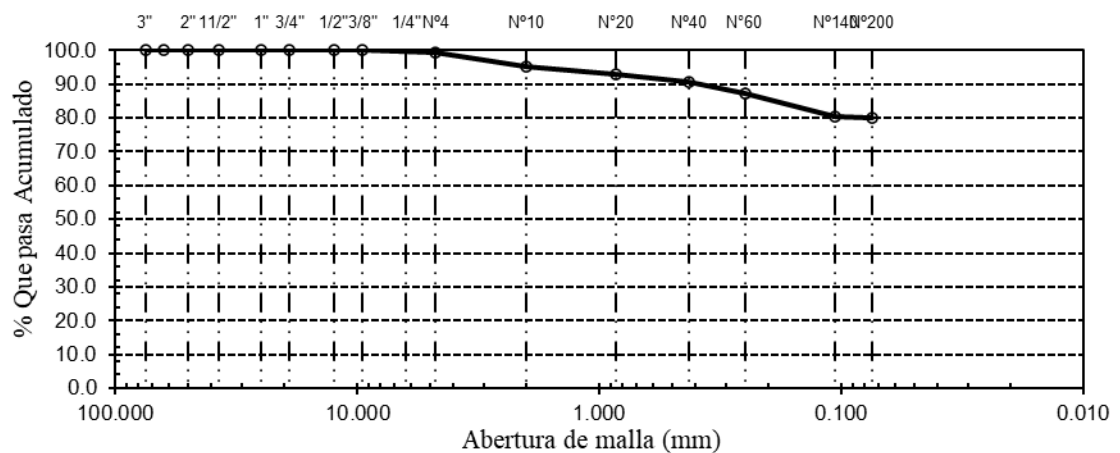


Fig 3. Curva granulométrica C-1

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En la tabla XI, se identifica los límites de Atterbeg del suelo de la C-1, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XI.

Límites de Atterberg C-1

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	42.61	(%)
Límite Plástico (LP)	17.59	(%)
Índice Plástico (IP)	25.02	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-1 se identificó un tipo de suelo CL, que le corresponde una arcilla de plasticidad baja con arena; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-1 se encuentra en el grupo A-7-6 (14), determinando que es un suelo malo, indicado en la Tabla XII.

Tabla XII.

Clasificación del suelo C-1

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-7-6 (14)
Designación	MALO

B). Calicata 2 (C-02)**Tabla XIII.**

Análisis granulométrico C-2

Análisis granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.8	99.2
N° 10	2.0	7.5	92.5
N° 20	0.85	8.8	91.2
N° 40	0.425	10.3	89.7
N° 60	0.250	11.2	88.8
N° 140	0.106	20.5	79.5
N° 200	0.075	22.3	77.7

Después de obtener el análisis anteriormente mencionado de la C-2, se obtuvo la clasificación granulométrica que se indica en la tabla XIV, presentada a continuación:

Tabla XIV.

Distribución granulométrica C-2

<i>Análisis granulométrico por tamizado</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.8	0.8
	A.G %	6.7	
% Arena	A.M %	2.8	
	A.F %	12.0	21.5
% Arcilla y Limo		77.7	77.7
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-2 está compuesta por grava con un 0.8%, 21.5% de arena y 77.7 de arcilla y limo. La humedad que tiene la C-1 es igual al 2.85%. En la Fig.4 se evidencia en la curva granulométrica de la C-2.

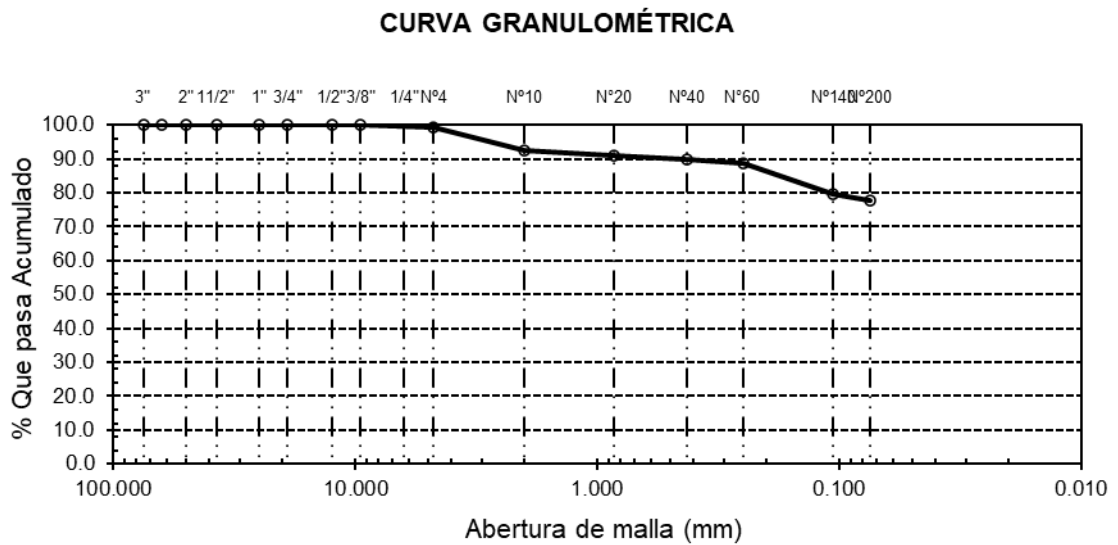


Fig 4. Curva granulométrica C-2.

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En la Tabla XV se evidencian los límites de Atterbeg del suelo de la C-2, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XV.

Límites de Atterberg C-2

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	33.03	(%)
Límite Plástico (LP)	19.21	(%)
Índice Plástico (IP)	13.82	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-2 se identificó un tipo de suelo CL, que le corresponde una arcilla de baja plasticidad con arena; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-2 se encuentra en el grupo A-6 (10), determinando que es un suelo malo, indicado en la Tabla XVI.

Tabla XVI.

Clasificación del suelo C-2

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-6 (10)
Designación	MALO

C). Calicata 3 (C-03).

Análisis granulométrico

Tabla XVII.

Análisis granulométrico C-3

<i>Análisis granulométrico por tamizado</i>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.1	99.9
N° 10	2.0	2.7	97.3
N° 20	0.85	3.9	96.1
N° 40	0.425	4.9	95.1
N° 60	0.250	5.7	94.3
N° 140	0.106	14.0	86.0
N° 200	0.075	14.9	85.1

Después de obtener el análisis granulométrico de la C-3, se pudo conseguir la disposición granulométrica que se indica en la Tabla XVIII.

Tabla XVIII.

Distribución granulométrica C-3

<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.1	0.1
	A.G %	2.7	
% Arena	A.M %	2.2	
	A.F %	10.0	14.9
% Arcilla y Limo		85.1	85.1
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-3 está compuesta por 0.1% de grava, 14.9% de arena y 85.1 de arcilla y limo. Su contenido de humedad que tiene la C-3 es igual al 3.7%. En la Fig.5 se evidencia la curva granulométrica de la C-3.

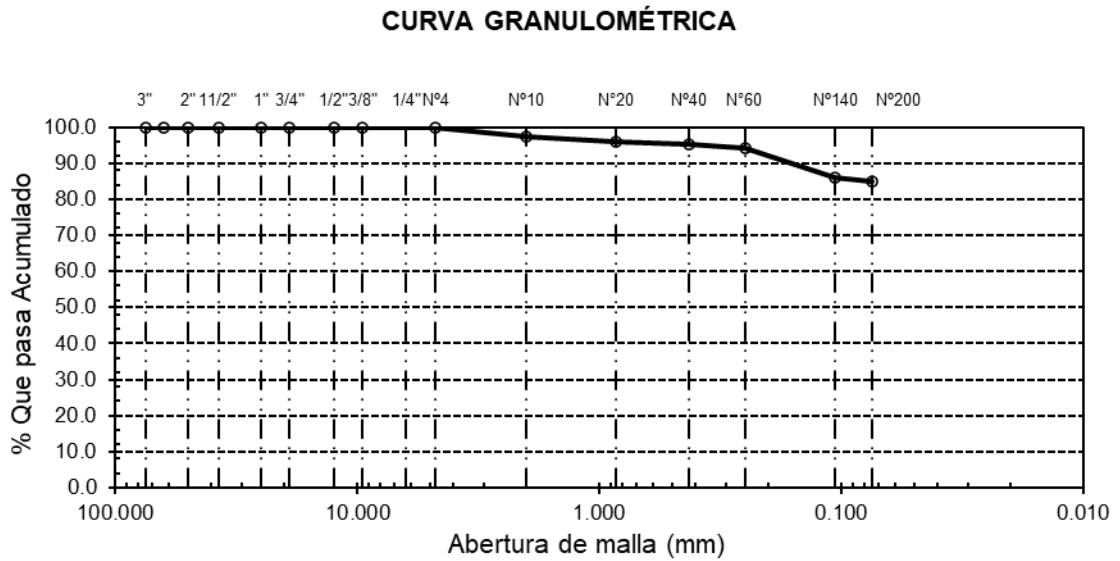


Fig 5. Curva granulométrica C-3.

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En los resultados colocados en la tabla XIX se identifica los límites de Atterbeg del suelo de la C-3, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XIX.

Límites de Atterberg C-3

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	42.81	(%)
Límite Plástico (LP)	22.03	(%)
Índice Plástico (IP)	20.78	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-3 se identificó una clase de suelo CL, que le corresponde arcilla con niveles bajos plasticidad; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-3 se encuentra en el grupo A-7-6 (12), determinando como resultados que es un suelo de una nula calidad, indicado en la Tabla XX.

Tabla XX.

Clasificación del suelo C-3

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-7-6 (12)
Designación	MALO

D). Calicata 4 (C-04)

Análisis granulométrico

Tabla XXI.

Análisis granulométrico C-4

Análisis granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.5	99.5
N° 10	2.0	4.5	95.5
N° 20	0.85	6.3	93.7
N° 40	0.425	7.5	92.5
N° 60	0.250	8.3	91.7
N° 140	0.106	14.3	85.7
N° 200	0.075	15.1	84.9

Después de obtener el estudio granulométrico de la C-4, se logró encontrar el reparto granulométrico, datos reflejados en la tabla XXII.

Tabla XXII.

Distribución granulométrica C-4

<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.5	0.5
	A.G %	3.9	
% Arena	A.M %	3.0	
	A.F %	7.6	14.6
	% Arcilla y Limo	84.9	84.9
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-4 está compuesta por grava (0.5%), arena (14.6%) y 84.9 de arcilla y limo. La humedad que tiene la C-4 es igual al 4.12%. En la figura 6 se plasma la curva granulométrica de la C-4.

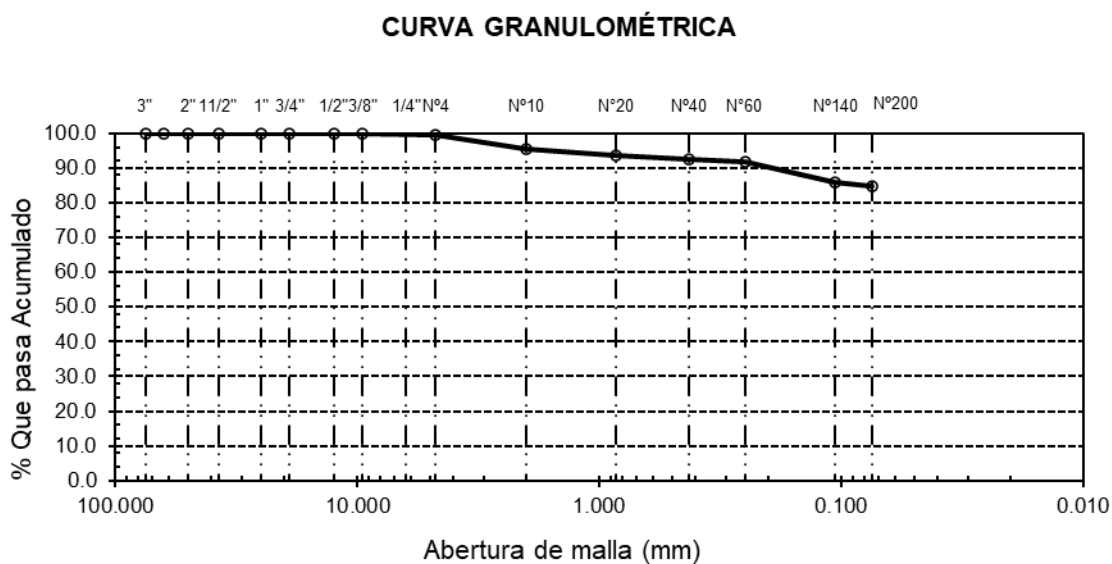


Fig 6. Curva granulométrica C-4

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En la Tabla XXIII se identifica los límites de Atterbeg del suelo de la C-4, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XXIII.

Límites de Atterberg C-4

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	46.09	(%)
Límite Plástico (LP)	20.41	(%)
Índice Plástico (IP)	25.68	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-4 se identificó un tipo de suelo CL, que le corresponde una arcilla de baja plasticidad con arena; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-4 se encuentra en el grupo A-7-6 (16), determinando que es un suelo malo, indicado en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV.

Clasificación del suelo C-1

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-7-6 (16)
Designación	MALO

E) . Calicata 5 (C-05)

Análisis granulométrico

Tabla XXV.

Análisis granulométrico C-5

<i>Análisis granulométrico por tamizado</i>			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.4	99.6
N° 10	2.0	4.2	95.8
N° 20	0.85	5.7	94.3
N° 40	0.425	7.4	92.6
N° 60	0.250	10.7	89.3
N° 140	0.106	17.7	82.3
N° 200	0.075	18.4	81.6

Después de obtener el análisis granulométrico de la C-5, se pudo conseguir la repartición granulométrica que se indica en la Tabla XXVI.

Tabla XXVI.

Distribución granulométrica C-5

<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.4	0.4
	A.G %	3.8	
% Arena	A.M %	3.2	
	A.F %	11.0	18.0
% Arcilla y Limo		81.6	81.6
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-5 está compuesta por 0.4% de grava, 18.0% de arena y 81.6% de arcilla y limo. Su contenido de humedad que tiene la C-5 es igual al 3.16%. En la Fig.7 se evidencia la curva granulométrica de la C-5.

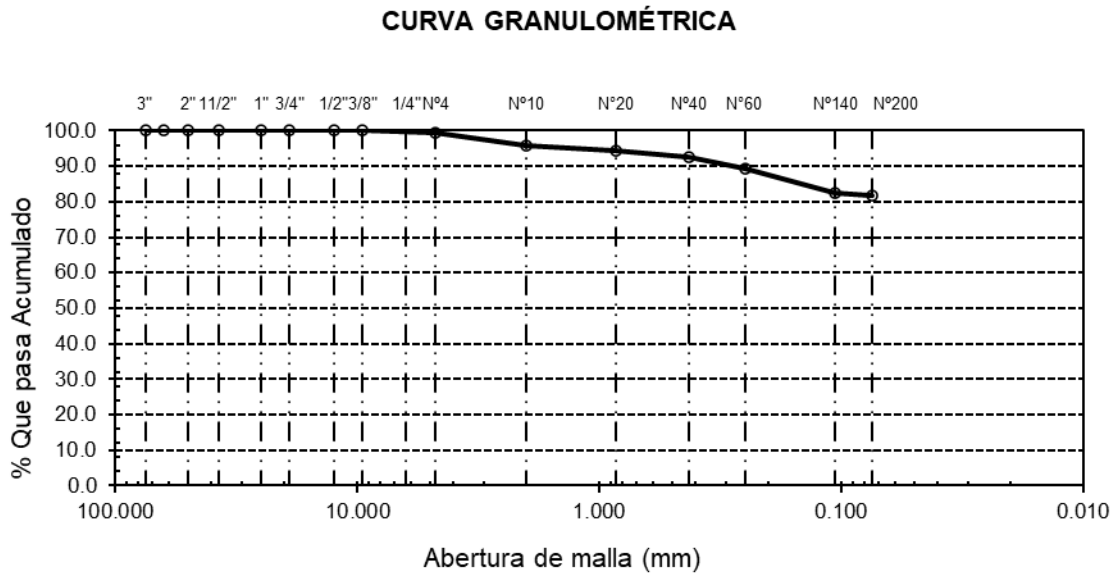


Fig 7. Curva granulométrica C-5

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En la presentación de la tabla XXVII se identifica los límites de Atterbeg del suelo de la C-5, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XXVII.

Límites de Atterberg C-5

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	43.11	(%)
Límite Plástico (LP)	24.5	(%)
Índice Plástico (IP)	18.61	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-5 se identificó una clase de suelo CL, que le corresponde una arcilla de niveles prácticamente nulos de plasticidad con arena; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-5 se encuentra en el grupo A-7-6 (12), determinando que es un suelo malo, indicado en la Tabla XXVIII.

Tabla XXVIII.

Clasificación del suelo C-5

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-7-6 (12)
Designación	MALO

F). Calicata 6 (C-06)

Análisis granulométrico

Tabla XXIX.

Análisis granulométrico C-6

Análisis granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3/8"	9.5	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.6	99.4
N° 10	2.0	4.2	95.8
N° 20	0.85	6.2	93.8
N° 40	0.425	8.2	91.8
N° 60	0.250	10.4	89.6
N° 140	0.106	16.8	83.2
N° 200	0.075	17.5	82.5

Después de obtener la evolución granulométrica de la C-6, se encontró la clasificación granulométrica, con datos puestos en la tabla XXX.

Tabla XXX.

Distribución granulométrica C-6

<i>Distribución granulométrica</i>			
% Grava	G.G. %	0.0	
	G. F %	0.6	0.6
	A.G %	3.6	
% Arena	A.M %	4.0	
	A.F %	9.4	17.0
	% Arcilla y Limo	82.5	82.5
Total			100.0

La distribución del suelo de la C-6 está compuesta por 0.6% de grava, 17.0% de arena y 82.5 de arcilla y limo. Su contenido de humedad que tiene la C-6 es igual al 4.37%. En la figura 8 se proporciona la curva granulométrica de la C-6.

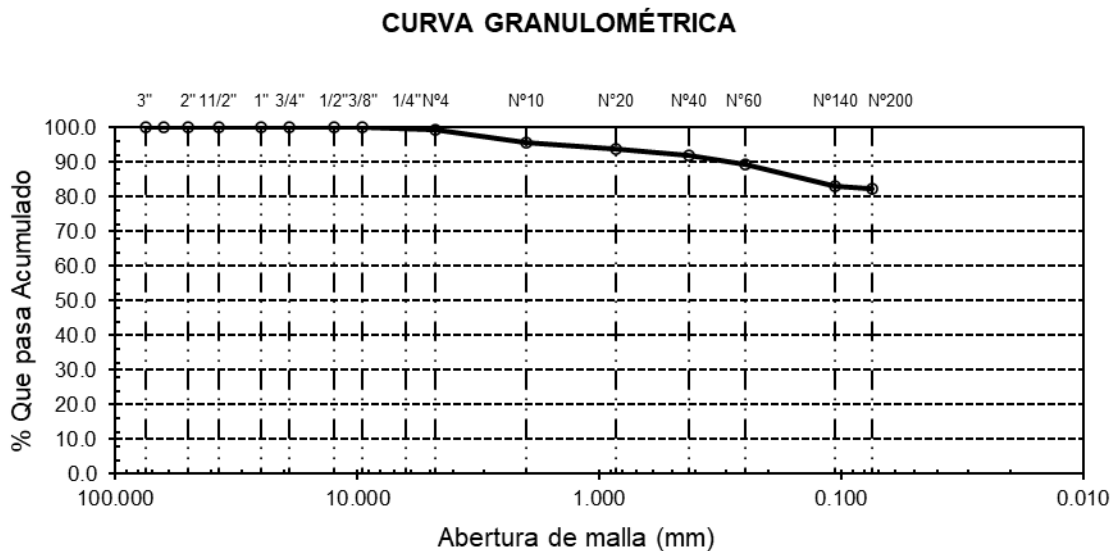


Fig 8. Curva granulométrica C-6

Límites de consistencia y clasificación de suelos

En la Tabla XXXI se identifica los límites de Atterbeg del suelo de la C-6, y como está conformada su plasticidad.

Tabla XXXI.

Límites de Atterberg C-6

<i>Ensayo de Límite de Atterberg</i>		
Límite líquido (LL)	47.09	(%)
Límite Plástico (LP)	17.35	(%)
Índice Plástico (IP)	29.74	(%)

Según la clasificación SUCS, en la C-6 se identificó un tipo de suelo CL, que le corresponde una arcilla de baja plasticidad con arena; además en la clasificación AASHTO el suelo de la C-6 se encuentra en el grupo A-7-6 (17), determinando que es un suelo malo, indicado en la Tabla XXXII.

Tabla XXXII.

Clasificación del suelo C-6

Clasificación de suelos	
S.U.C.S.	CL
Característica del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
AASHTO	A-7-6 (17)
Designación	MALO

Características mecánicas del suelo

A) Calicata 1 (C-01)

Compactación del suelo natural C-1

La Tabla XXXIII nos muestra los resultados conseguidos mediante el ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.952 gr/cm³ con una humedad de 13.32%. En la Fig. 9 se puede identificar la curva vinculación del contenido de humedad y densidad máxima seca de la C-1.

Tabla XXXIII.

Compactación del suelo (Proctor) C-1

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.952
	Contenido óptimo de humedad (%)	13.32

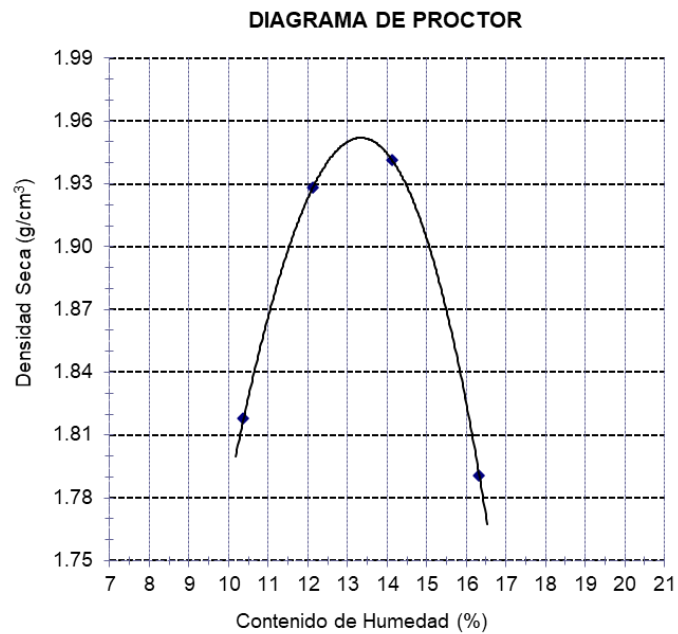


Fig 9. Diagrama de Proctor C-1

Comportamiento mecánico del suelo natural C-1

Los resultados obtenidos del suelo natural de la C-1, analizadas con el ensayo de CBR, se observan en la Fig.10.

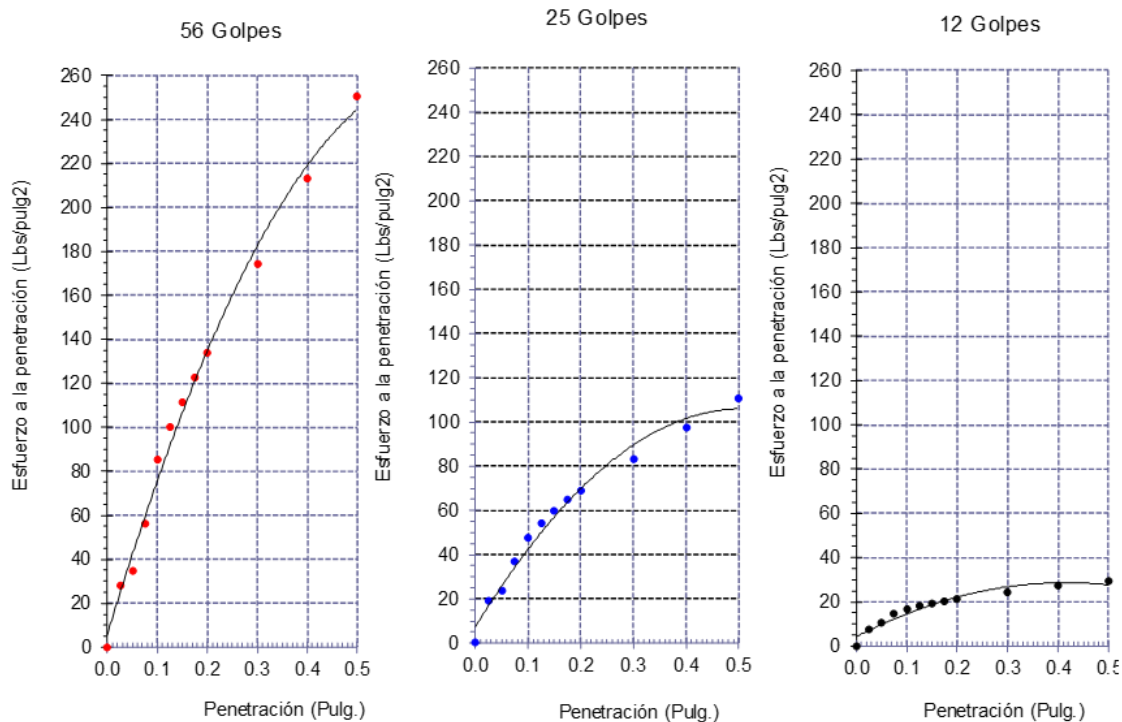


Fig 10. Diagrama de penetración de C-1 (suelo sin modificación)

Se identificó que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” es indispensable para el esfuerzo de 85 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 134 lbs/pulg². En una semejanza de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la segregación de 0.1” es 50 lbs/pulg² y en el 0.2” es 70 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesito fue de 17 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 22 lbs/pulg².

Tabla XXXIV.

Resultados de ensayo de CBR C-1

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.952	7.0
	95	1.854	3.6
0.2 pulg.	100	1.952	8.7
	95	1.854	4.4

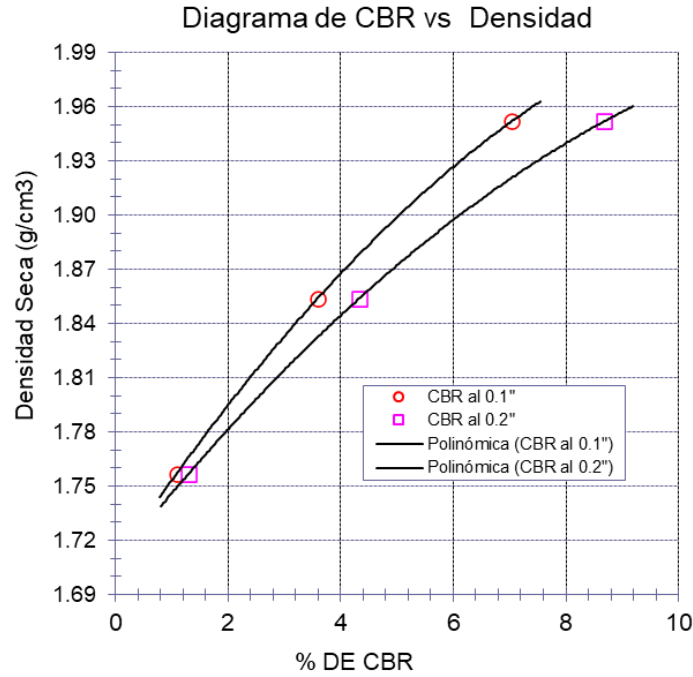


Fig 11. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-1 suelo natural (sin modificar)

B) Calicata 2 (C-02)

Compactación del suelo natural C-2

La Tabla XXXV nos muestra los hallazgos del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.952 gr/cm³ con una humedad de 13.32%. En la Fig.12 se puede identificar la curva de relación de los contenidos de humedad y densidad máxima seca de la C-1.

Tabla XXXV.

Compactación del suelo (Proctor) C-2

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.954
	Contenido óptimo de humedad	13.28

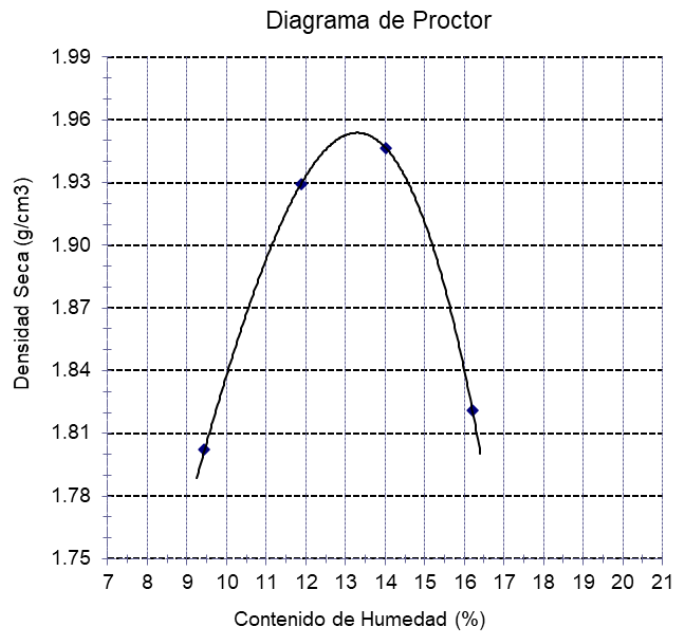


Fig 12. Diagrama de Proctor C-2

Comportamiento mecánico del suelo natural C-2

Los resultados obtenidos del suelo natural de la C-2, analizadas con el ensayo de CBR, los siguientes resultados demostrado en la figura 13.

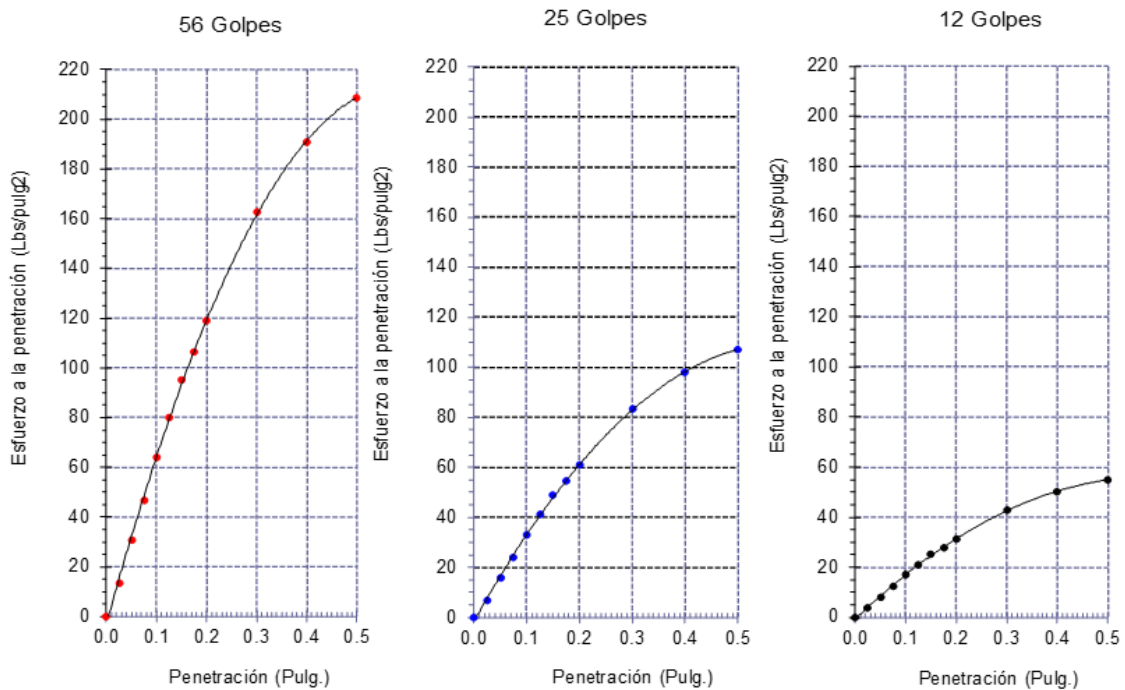


Fig 13. Diagrama de penetración de C-2 (suelo sin modificación)

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita esfuerzos que contemplen de 65 lbs/pulg² y en una asignación de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 120 lbs/pulg². En un contraste de 25 golpes, el nivel de mejora que posibilita la penetración de 0.1” es 34 lbs/pulg² y para 0.2” es 60 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesito fue de 16 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 31 lbs/pulg².

Tabla XXXVI.

Resultados de ensayo de CBR C-2

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.954	6.7
	95	1.856	3.4
0.2 pulg.	100	1.954	8.1
	95	1.856	4.1

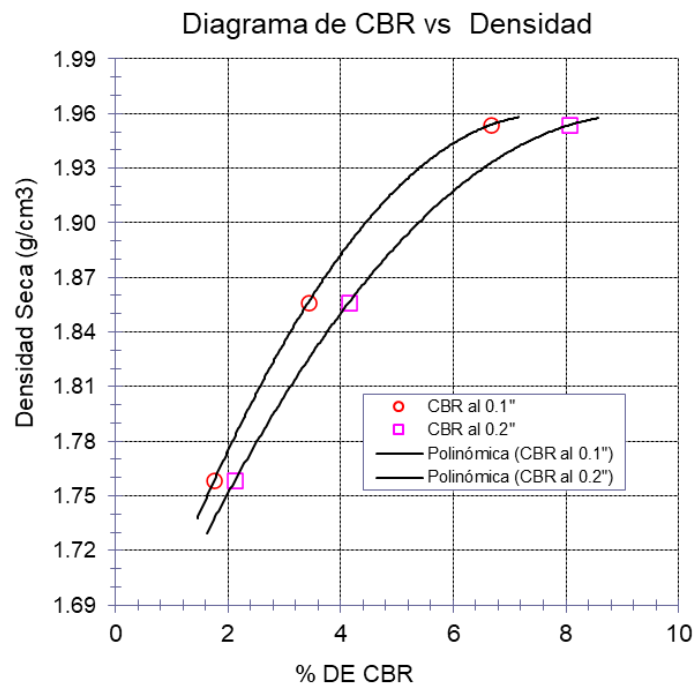


Fig 14. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-2 suelo natural (sin modificar) .

C) Calicata 3 (C-03)

Compactación del suelo natural C-3

La Tabla XXXVII nos muestra los hallazgos del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad seca máxima de 1.955 gr/cm^3 con un porcentaje de humedad igual a 13.24%. En la figura 15 se puede identificar la curva de relación a los indicadores estudiados y establecidos en la C-3.

Tabla XXXVII.

Compactación del suelo (Proctor) C-3

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.955
	Contenido óptimo de humedad (%)	13.24

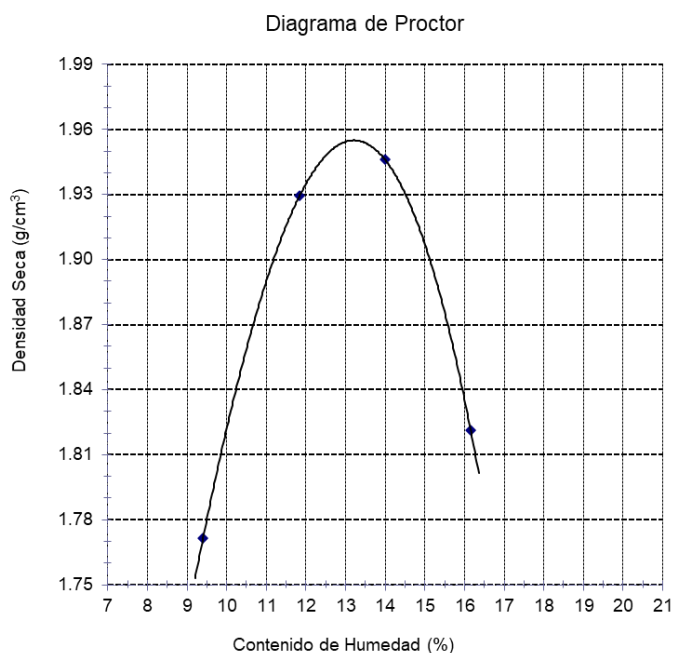


Fig 15. Diagrama de Proctor C-3

Comportamiento mecánico del suelo natural C-3

Los resultados obtenidos del suelo natural de la C-3, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig. 16.

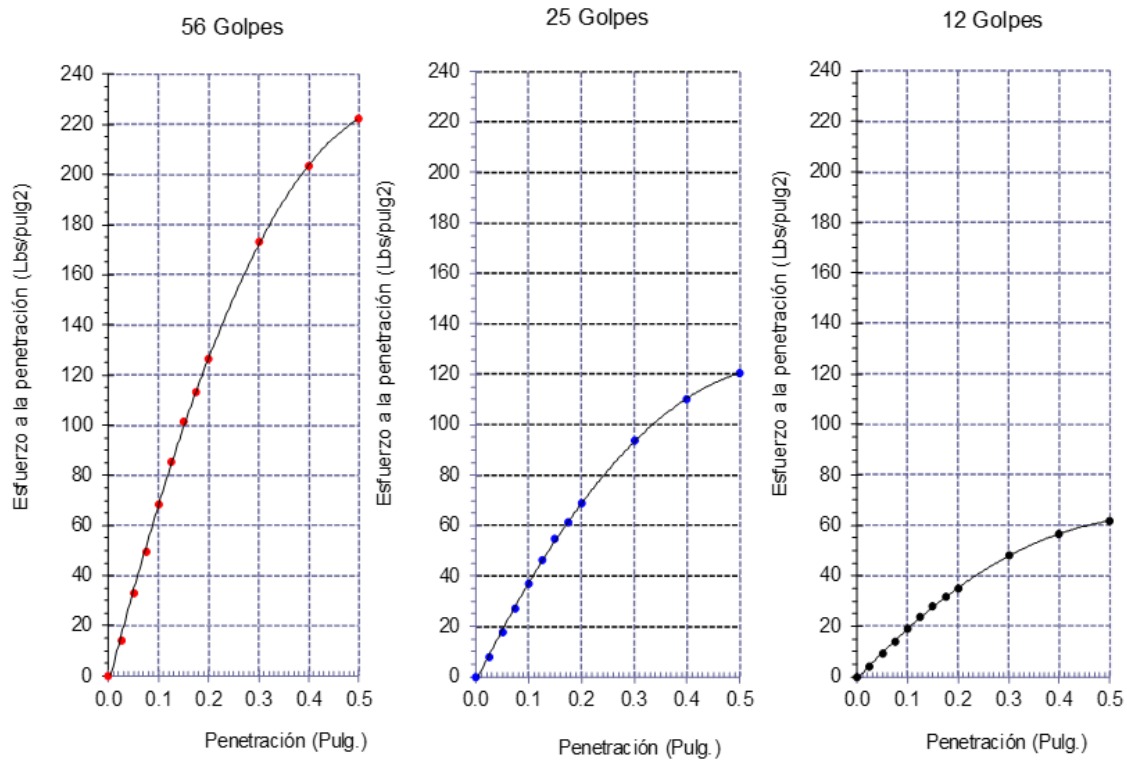


Fig 16. Diagrama de penetración de C-3 (suelo sin modificación)

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una introducción de 0.1 “se habilita un refuerzo de 70 lbs/pulg² y en una penetración igual a 0.2” se aplicó un esfuerzo de 126 lbs/pulg². Examinando 25 golpes, el esfuerzo que logra la penetración de 0.1” es 38 lbs/pulg² y para 0.2” es 70 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesito fue de 19 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 34 lbs/pulg².

Tabla XXXVIII.

Resultados de ensayo de CBR C-3

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.955	7.1
	95	1.857	3.8
0.2 pulg.	100	1.955	8.6
	95	1.857	4.7

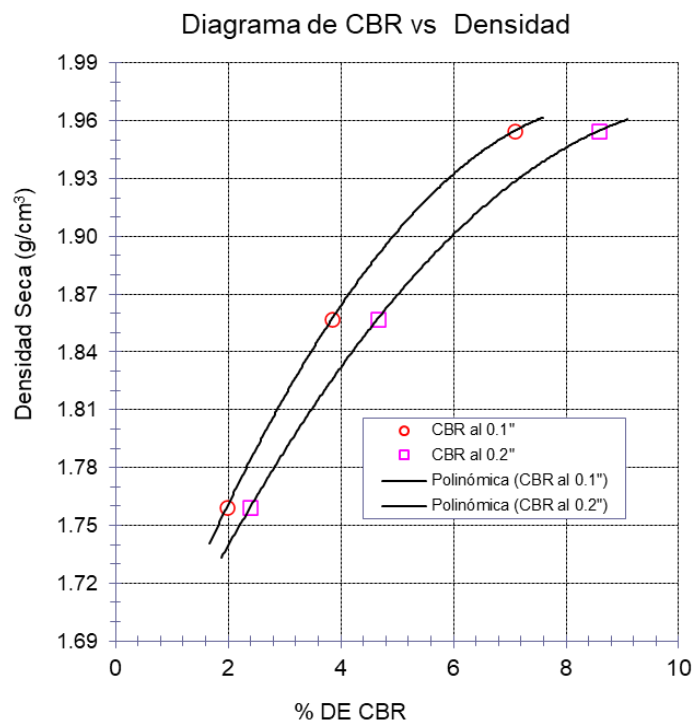


Fig 17. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-3 suelo natural (sin modificar)

D) Calicata 4 (C-04)

Compactación del suelo natural C-4

La Tabla XXXIX nos muestra los hallazgos del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.953 gr/cm³ con una humedad de 13.29%. En la Fig.18 se puede identificar la curva de relación los indicadores de la C-4.

Tabla XXXIX.

Compactación del suelo (Proctor) C-4

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.953
	Contenido óptimo de humedad	13.29

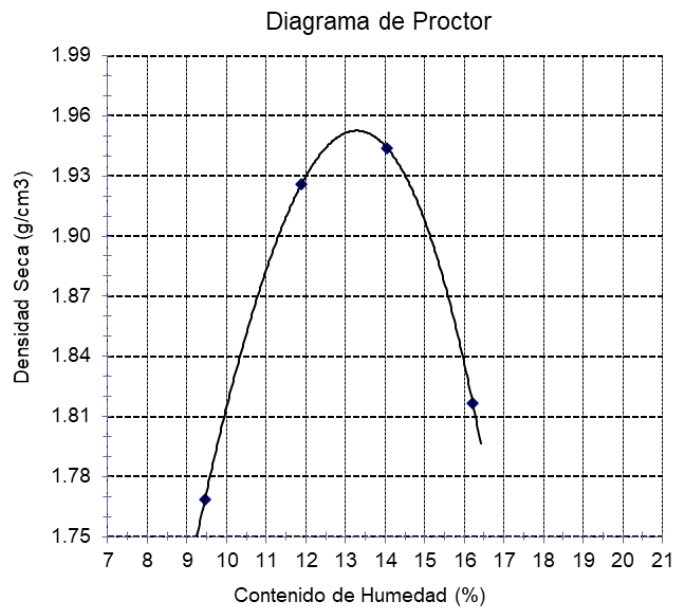


Fig 18. Diagrama de Proctor C-4

Comportamiento mecánico del suelo natural C-4

Los resultados obtenidos del suelo en estado natural de la C-4, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la figura 19.

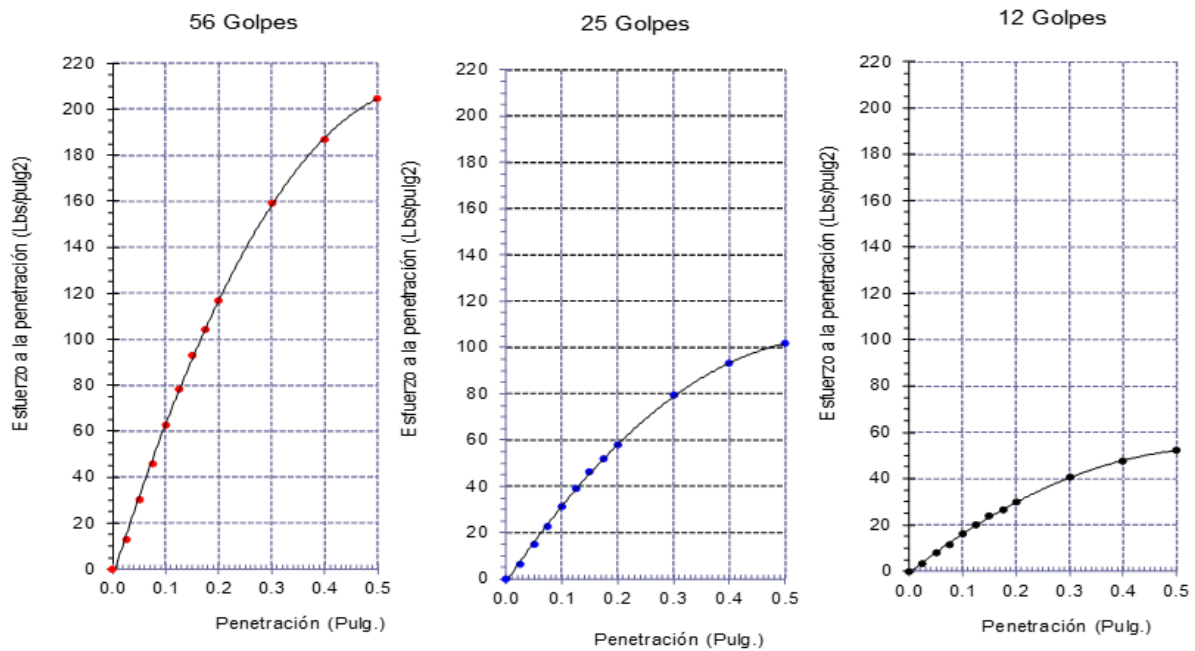


Fig 19. Diagrama de penetración de C-4 (suelo sin modificación)

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una introducción de 0.1" hace falta un esfuerzo de 63 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un nivel de 118 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, la penetración de 0.1" es 32 lbs/pulg² y para 0.2" es 58 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesitó fue de 16 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 30 lbs/pulg².

Tabla XL.

Resultados de ensayo de CBR C-4

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.953	6.5
	95	1.855	3.2
0.2 pulg.	100	1.953	7.9
	95	1.855	3.9

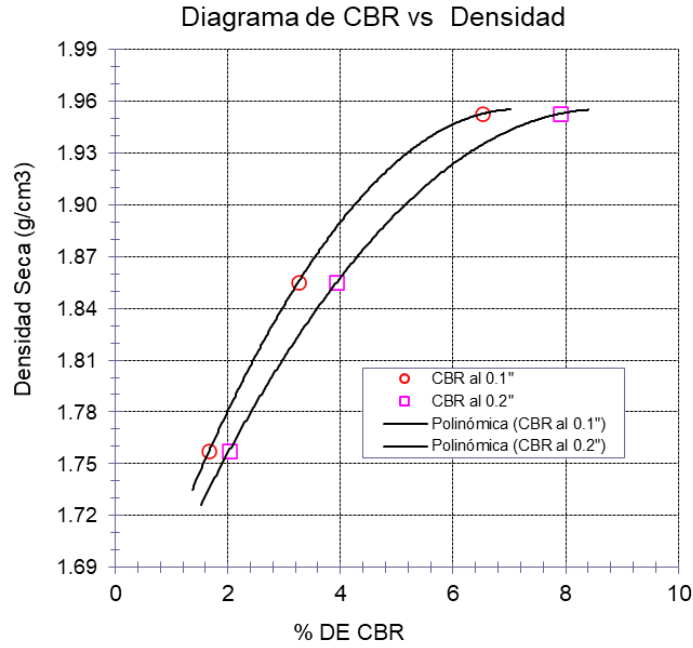


Fig 20. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-4 suelo natural (sin modificar)

E) Calicata 5 (C-05)

Compactación del suelo natural C-5

La Tabla XLI nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.958 gr/cm³ con una humedad de 13.37%. En la Fig.21 se puede identificar la curva de relación los mismos indicadores, esta vez reflejados en la C-5.

Tabla XLI.

Compactación del suelo (Proctor) C-5

Proctor		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.958
	Contenido óptimo de humedad	13.37

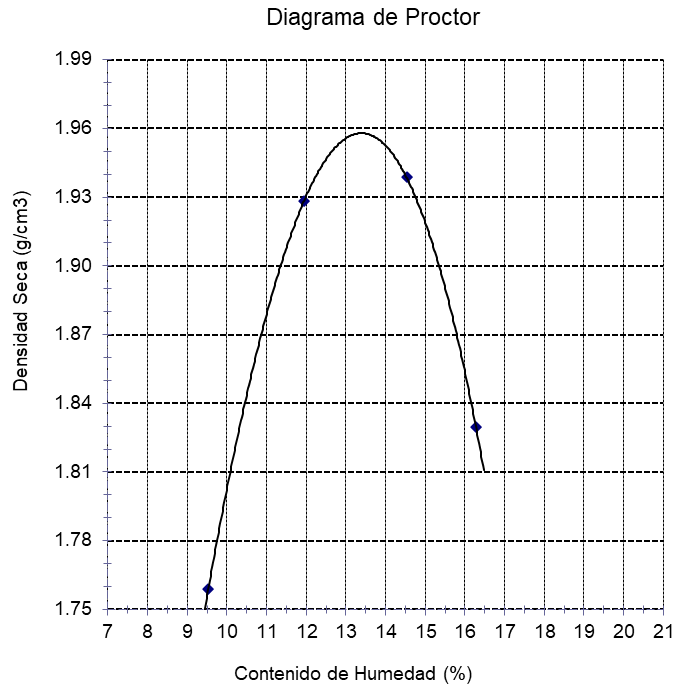


Fig 21. Diagrama de Proctor C-5

Comportamiento mecánico del suelo natural C-5

Los resultados obtenidos del suelo natural de la C-5, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.22.

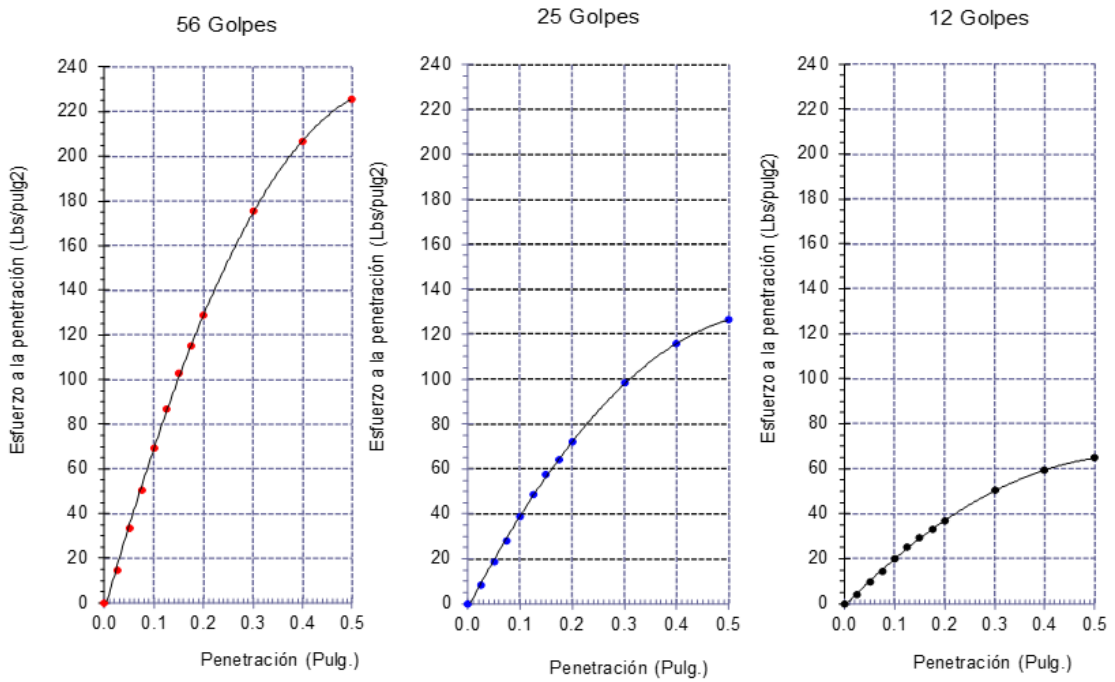


Fig 22. Diagrama de penetración de C-5 (suelo sin modificación)

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una introducción de 0.1" se necesita la función de 71 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 128 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 39 lbs/pulg² y para 0.2" es 73 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 20 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 38 lbs/pulg².

Tabla XLII.

Resultados de ensayo de CBR C-5

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.958	7.4
	95	1.860	4.2
0.2 pulg.	100	1.958	9.0
	95	1.860	5.0

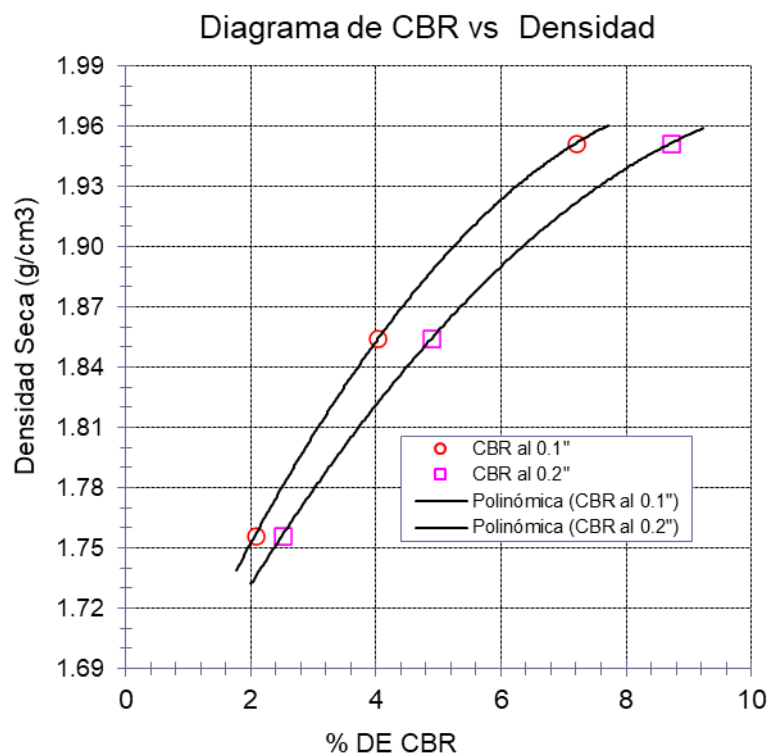


Fig 23. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-5 suelo

natural (sin modificar)

F) Calicata 6 (C-06)

Compactación del suelo natural C-6

La Tabla XLIII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.952 gr/cm³ con una humedad de 13.28%. En la Fig.24 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca de la C-6.

Tabla XLIII.

Compactación del suelo (Proctor) C-6

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.952
	Contenido óptimo de humedad	13.28

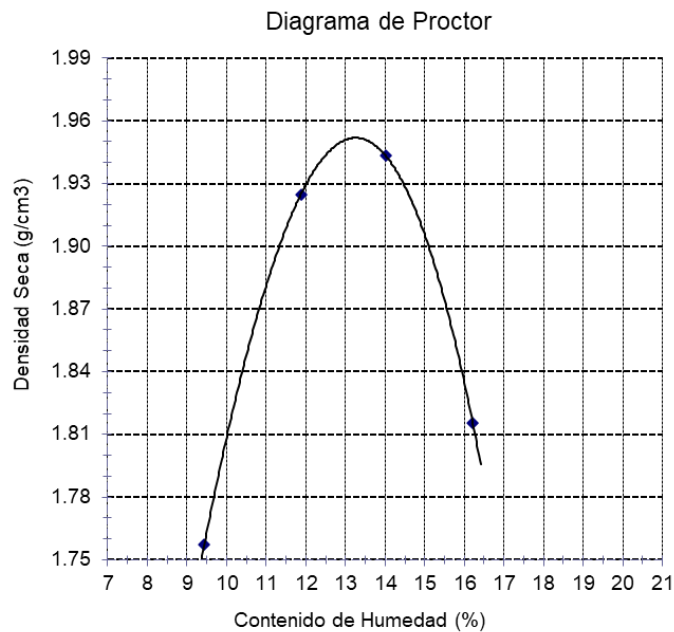


Fig 24. Diagrama de Proctor C-6

Comportamiento mecánico del suelo natural C-6

Los resultados obtenidos del suelo natural de la C-6, analizadas con el ensayo de CBR, se muestra en la Fig. 25

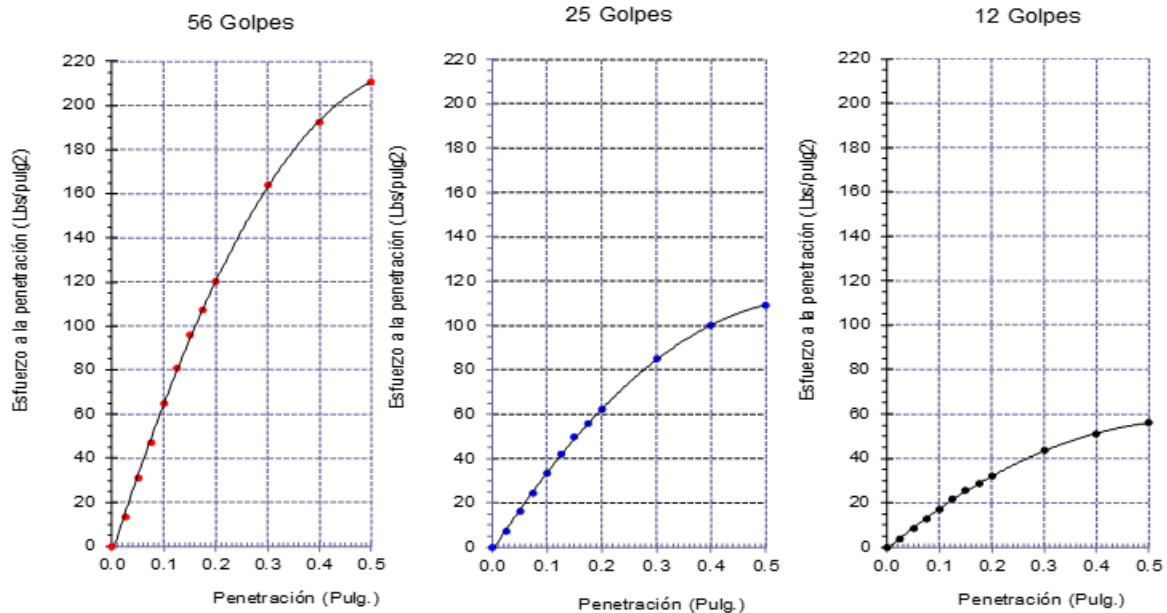


Fig 25. Diagrama de penetración de C-6 (suelo sin modificación)

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 64 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 120 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1” es 33 lbs/pulg² y para 0.2” es 62 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesitó fue de 18 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 31 lbs/pulg².

Tabla XLIV.

Resultados de ensayo de CBR C-6

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.952	6.7
	95	1.854	3.5
0.2 pulg.	100	1.952	8.2
	95	1.854	4.2

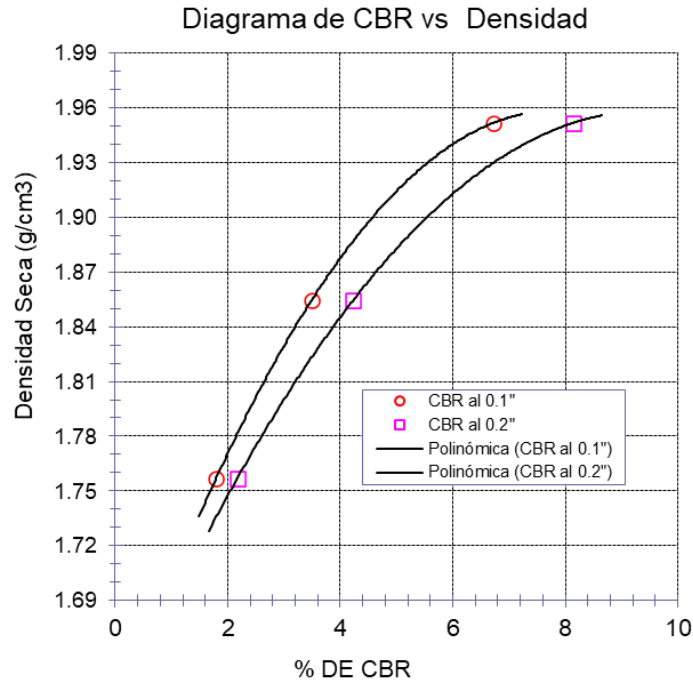


Fig 26. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra de la C-6 suelo natural (sin modificar)

Suelo natural + 2.5% Cal

Compactación del suelo natural + 2.5% cal

La Tabla XLV nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.924 gr/cm³ con una humedad de 13.841%. En la Fig.27 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 2.5% cal.

Tabla XLV.

Compactación del suelo natural + 2.5% cal

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.924
	Contenido óptimo de humedad	13.841

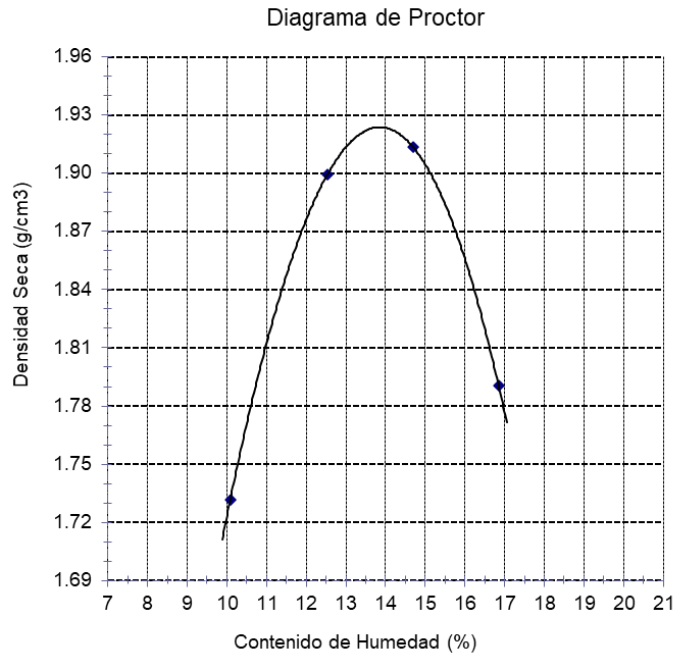


Fig 27. Diagrama de Proctor suelo natural + 2.5% cal.
Comportamiento mecánico del suelo natural + 2.5% cal

Los resultados obtenidos del suelo natural + 2.5% cal, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.28.

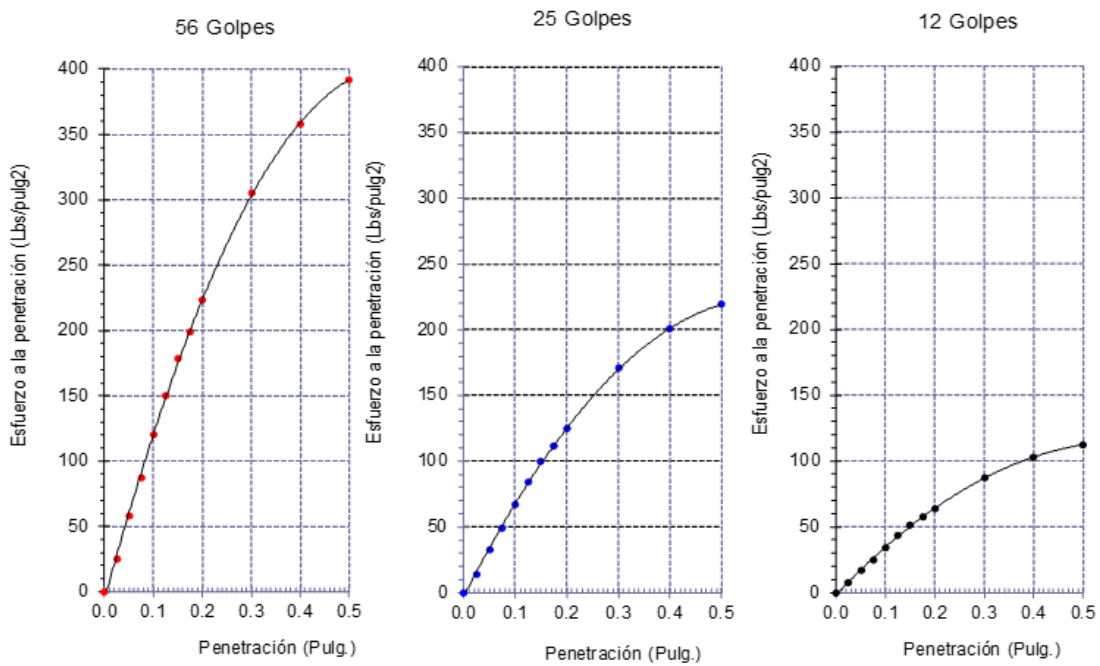


Fig 28. Diagrama de penetración del suelo modificado con 2.5% de cal

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 129 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 225 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 68 lbs/pulg² y para 0.2" es 125 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 35 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 63 lbs/pulg².

Tabla XLVI.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 2.5% cal

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.924	12.3
	95	1.828	6.8
0.2 pulg.	100	1.924	14.8
	95	1.828	8.3

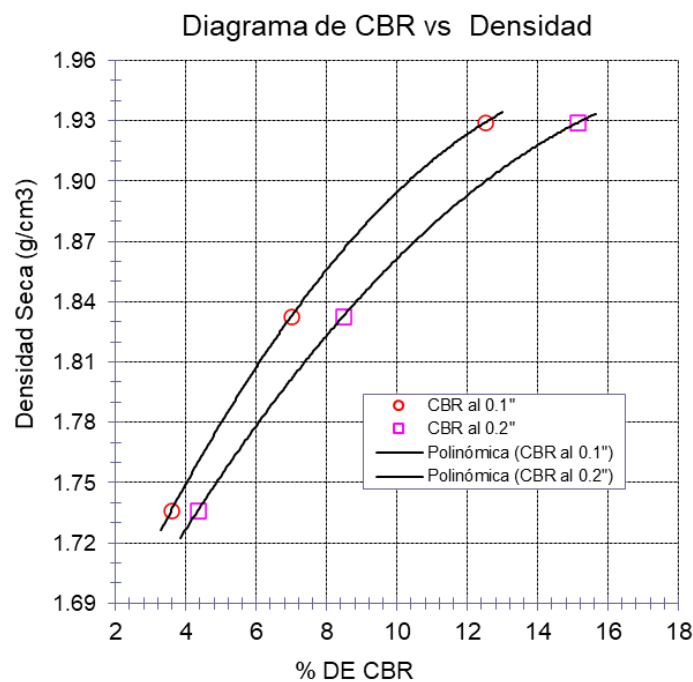


Fig 29. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 2.5% cal

Suelo natural + 5.0% Cal

Compactación del suelo natural + 5.0% cal

La Tabla XLVII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.897 gr/cm³ con una humedad de 14.47%. En la Fig.30 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cal.

Tabla XLVII.

Compactación del suelo natural + 5.0% cal

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.897
	Contenido óptimo de humedad	14.47

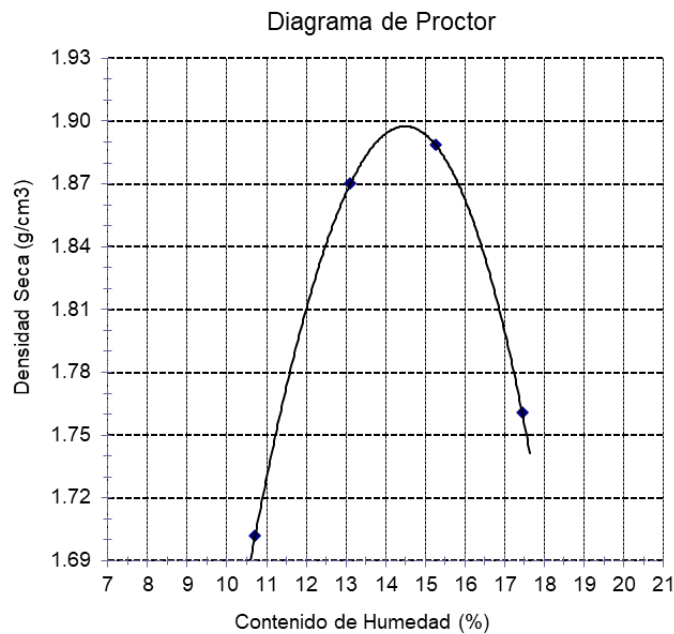


Fig 30. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cal

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cal, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.31.

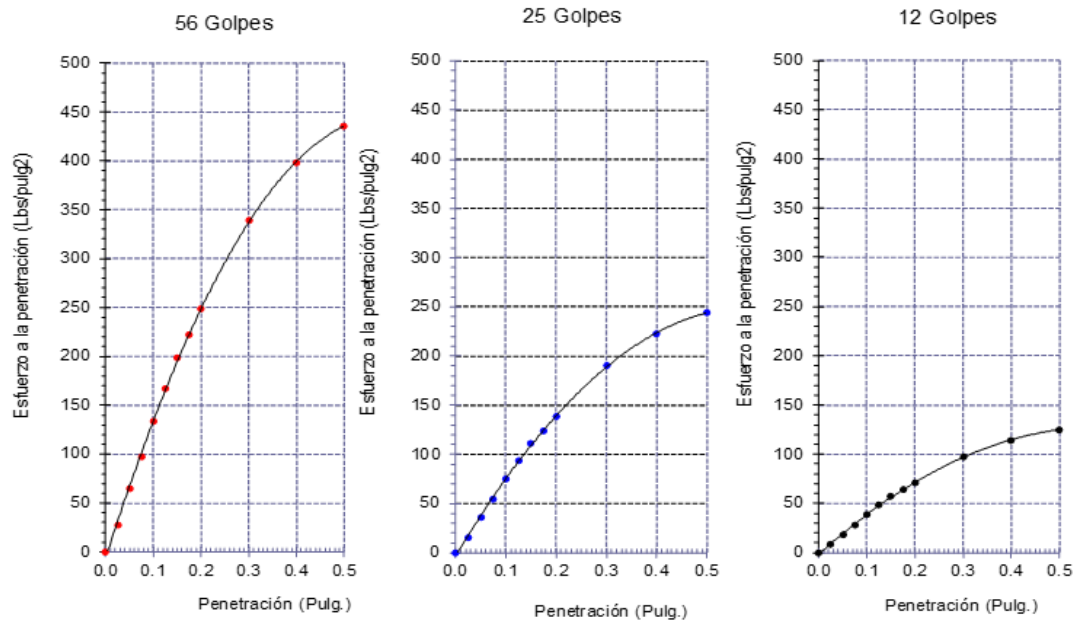


Fig 31. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 133 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 250 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que la penetración de 0.1” es 75 lbs/pulg² y para 0.2” es 139 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesitó fue de 41 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 72 lbs/pulg².

Tabla XLVIII.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.897	13.9
	95	1.803	7.8
0.2 pulg.	100	1.897	16.9
	95	1.803	9.5

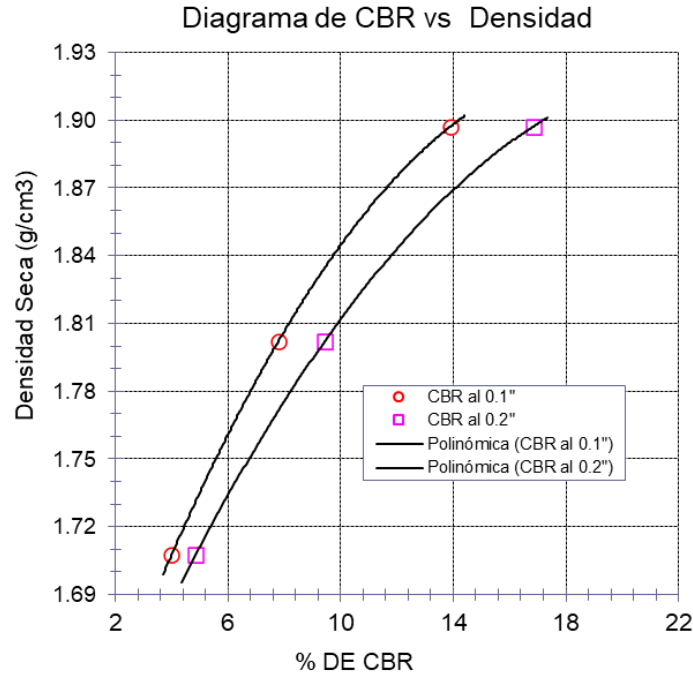


Fig 32. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal

Suelo natural + 7.5% Cal

Compactación del suelo natural + 7.5% cal

La Tabla XLIX nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.846 gr/cm³ con una humedad de 13.32%. En la Fig.33 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 7.5% cal.

Tabla XLIX.

Compactación del suelo natural + 7.5% cal

Proctor		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.846
	Contenido óptimo de humedad	14.989

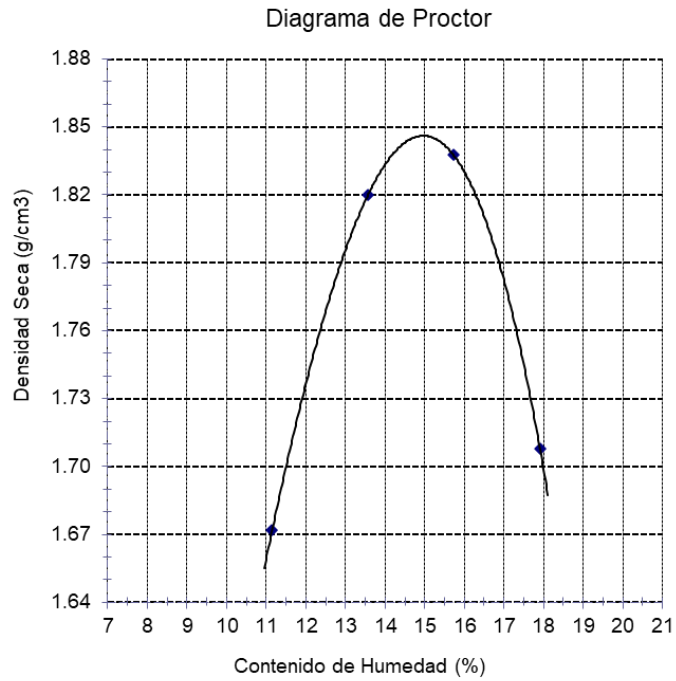


Fig 33. Diagrama de Proctor suelo natural + 7.5% cal

Comportamiento mecánico del suelo natural + 7.5% cal

Los resultados obtenidos del suelo natural + 7.5% cal, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.34.

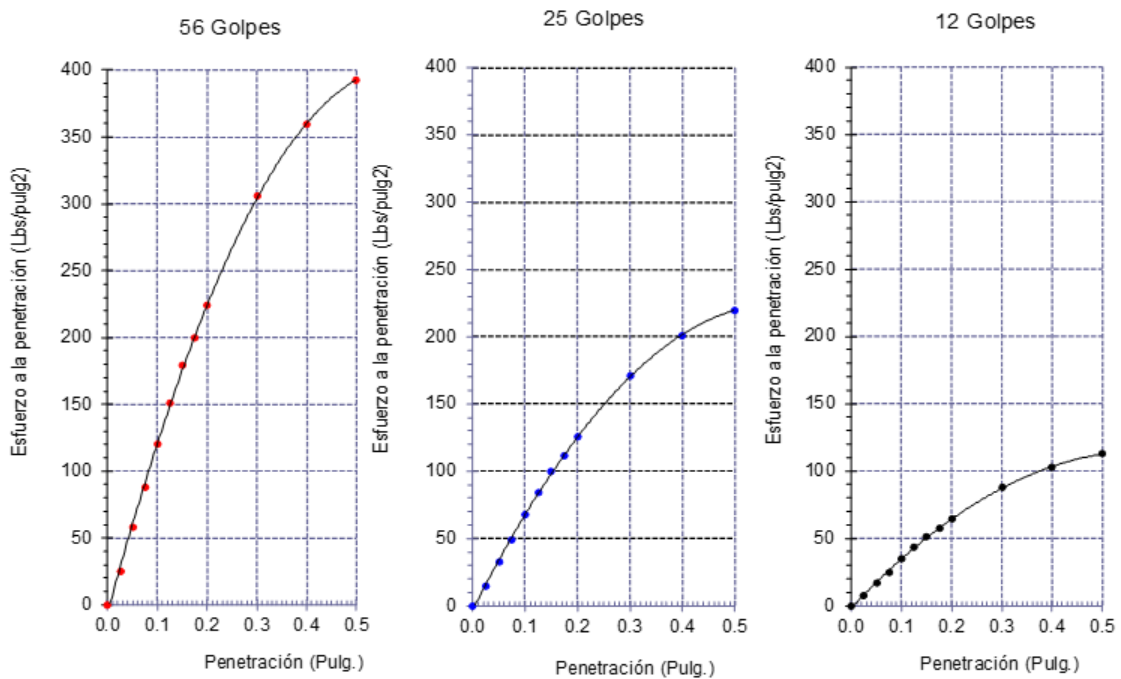


Fig 34. Diagrama de penetración del suelo modificado con 7.5% de cal

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 119 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 225 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 69 lbs/pulg² y para 0.2" es 127 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 36 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 66 lbs/pulg².

Tabla L.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 7.5% cal

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.846	12.5
	95	1.754	7.0
0.2 pulg.	100	1.846	15.2
	95	1.754	8.5

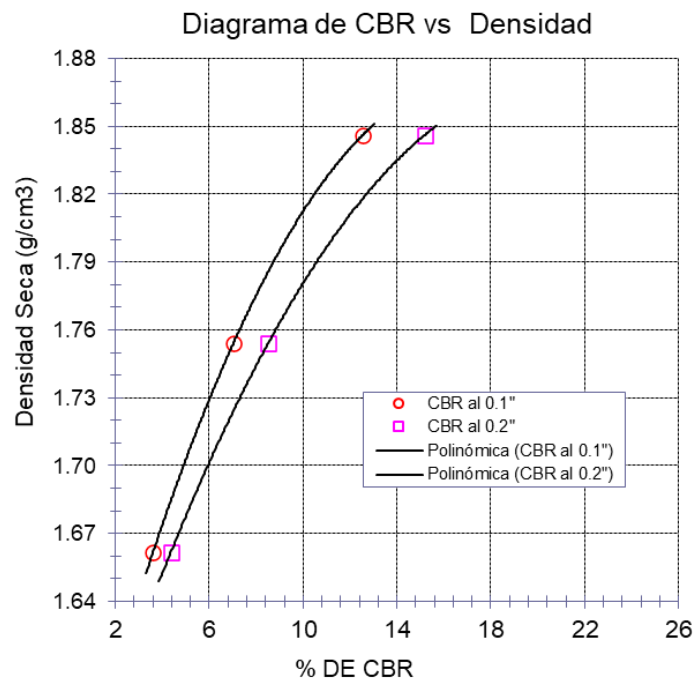


Fig 35. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 7.5% cal

Suelo natural + 10% Cal

Compactación del suelo natural + 10% cal

La Tabla LI nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.811 gr/cm³ con una humedad de 15.497%. En la Fig.36 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 10% cal.

Tabla LI.

Compactación del suelo natural + 10% cal

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.811
	Contenido óptimo de humedad	15.497

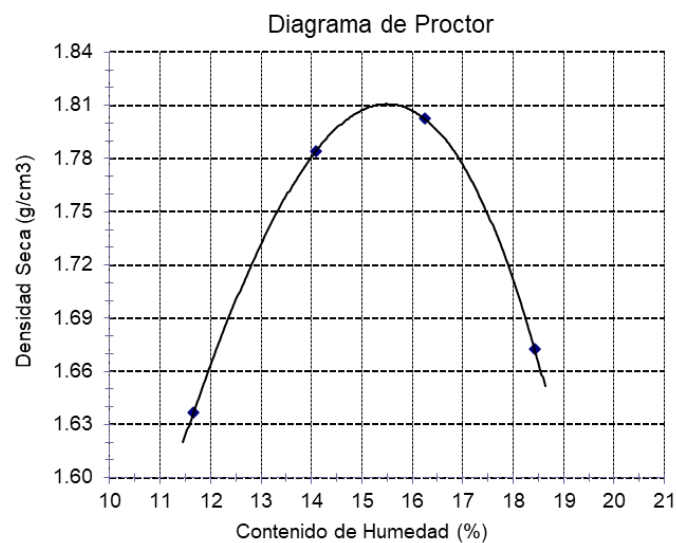


Fig 36. Diagrama de Proctor suelo natural + 10% cal

Comportamiento mecánico del suelo natural + 10% cal

Los resultados obtenidos del suelo natural + 10% cal, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.37.

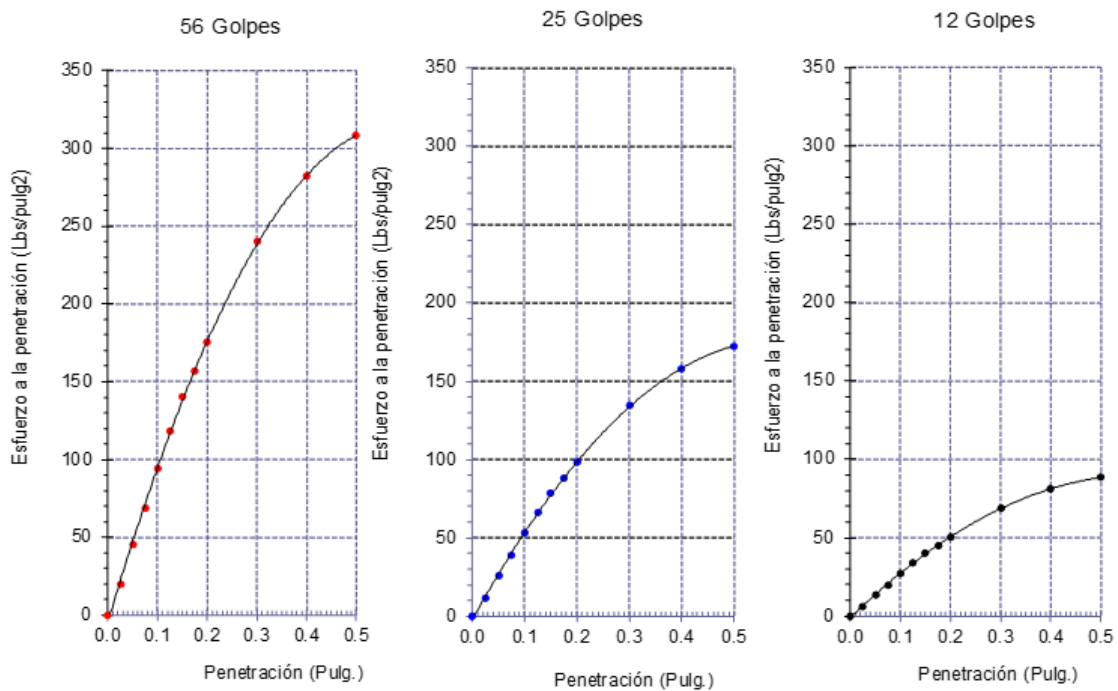


Fig 37. Diagrama de penetración del suelo modificado con 10% de cal

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 95 lbs/pulg2 y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 177 lbs/pulg2. En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1” es 52 lbs/pulg2 y para 0.2” es 99 lbs/pulg2. De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesitó fue de 28 lbs/pulg2, lo mismo para 0.2”, donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 50 lbs/pulg2.

Tabla LII.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 10% cal

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.811	9.8
	95	1.720	5.5
0.2 pulg.	100	1.811	11.9
	95	1.720	6.7

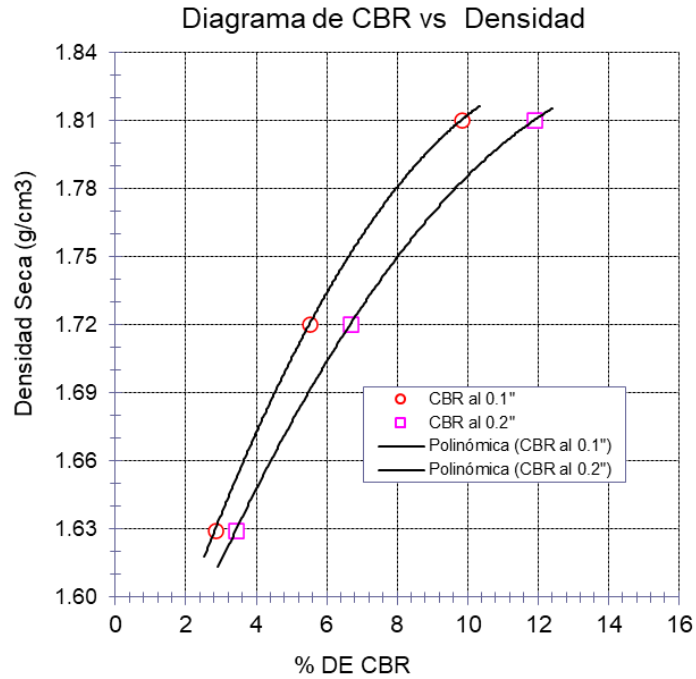


Fig 38. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 10% cal

Suelo natural + 2.5% Cáscara de café

Compactación del suelo natural + 2.5% cáscara de café

La Tabla LIII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.918 gr/cm³ con una humedad de 15.63%. En la Fig.39 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 2.5% cáscara de café.

Tabla LIII.

Compactación del suelo natural + 2.5% cáscara de café

Proctor		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.918
	Contenido óptimo de humedad	15.63

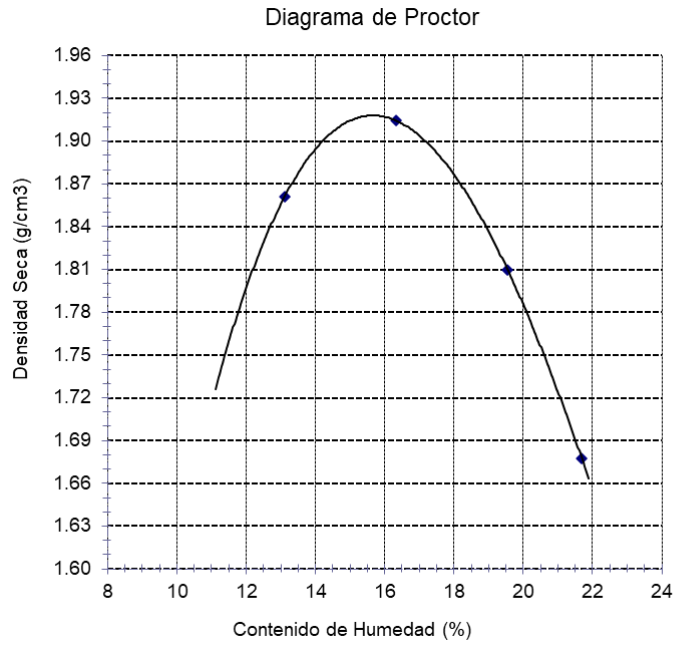


Fig 39. Diagrama de Proctor suelo natural + 2.5% cáscara de café

Comportamiento mecánico del suelo natural + 2.5% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 2.5% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig. 40.

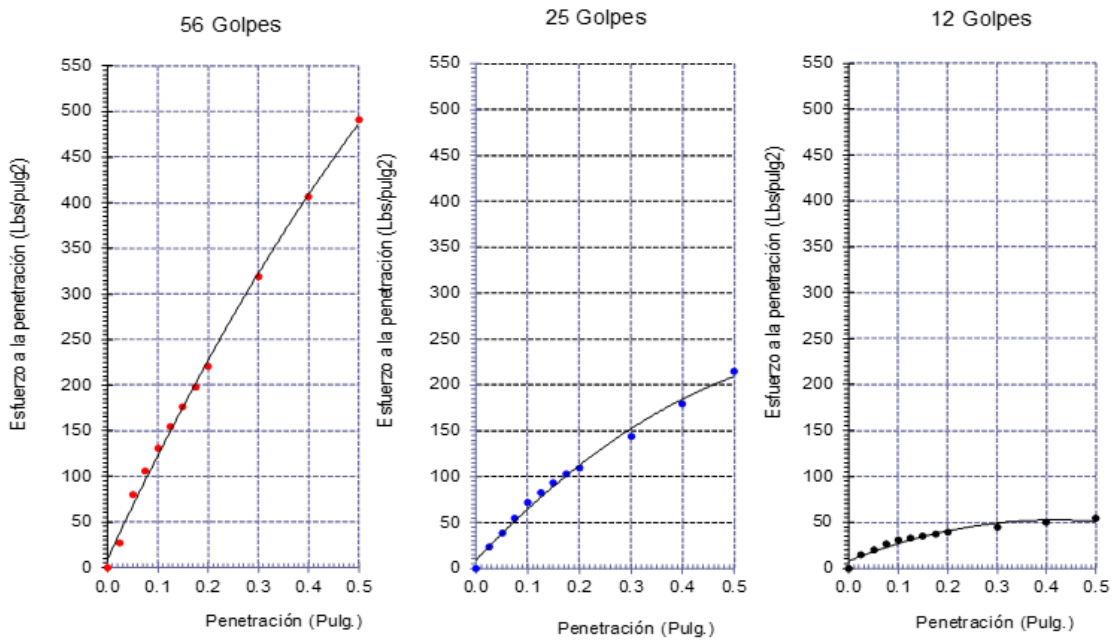


Fig 40. Diagrama de penetración del suelo modificado con 2.5% de cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 132 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 228 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 74 lbs/pulg² y para 0.2" es 110 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 37 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 42 lbs/pulg².

Tabla LIV.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 2.5% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.918	11.4
	95	1.822	5.6
0.2 pulg.	100	1.918	14.6
	95	1.822	7.0

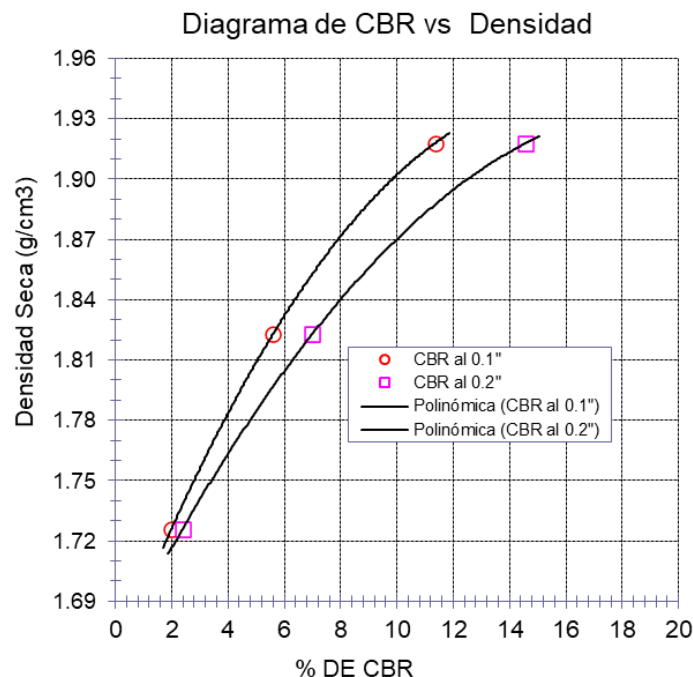


Fig 41. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 2.5% cáscara de café

Suelo natural + 5.0% Cáscara de café

Compactación del suelo natural + 5.0% café

La Tabla LV nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.883 gr/cm³ con una humedad de 17.14%. En la Fig. 42 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cáscara de café.

Tabla LV.

Compactación del suelo natural + 5.0% cáscara de café

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.883
	Contenido óptimo de humedad	17.14

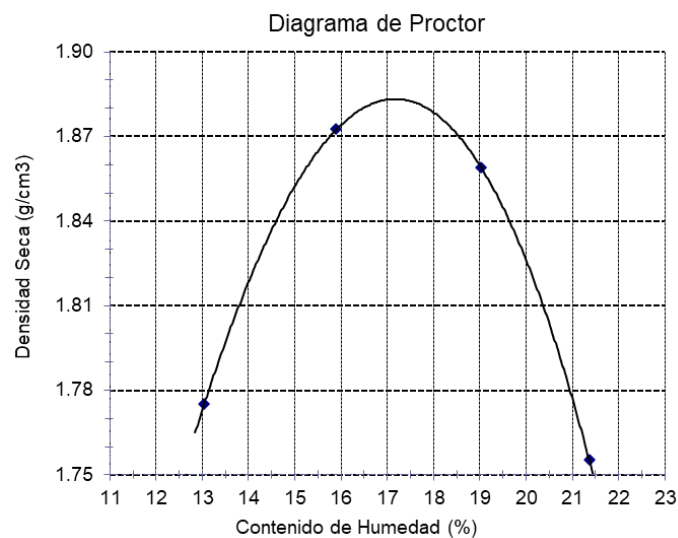


Fig 42. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.43.

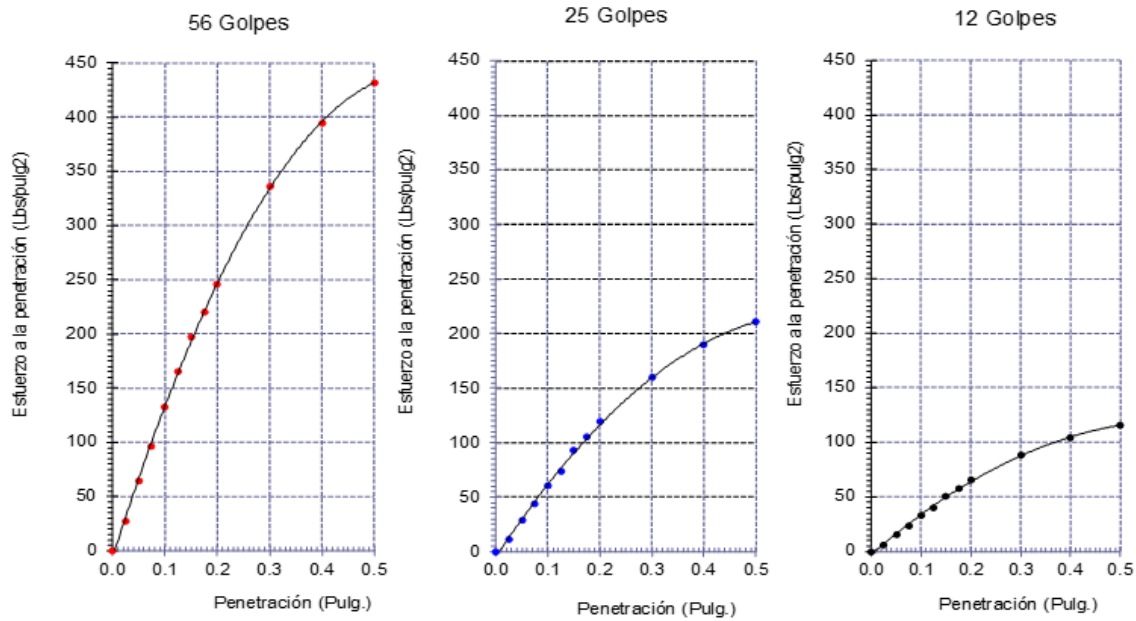


Fig 43. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 138 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 249 lbs/pulg². En una compactación de 60 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1” es 125 lbs/pulg² y para 0.2” es 70 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesito fue de 37 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 68 lbs/pulg².

Tabla LVI.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.883	13.8
	95	1.789	6.6
0.2 pulg.	100	1.883	16.7
	95	1.789	8.0

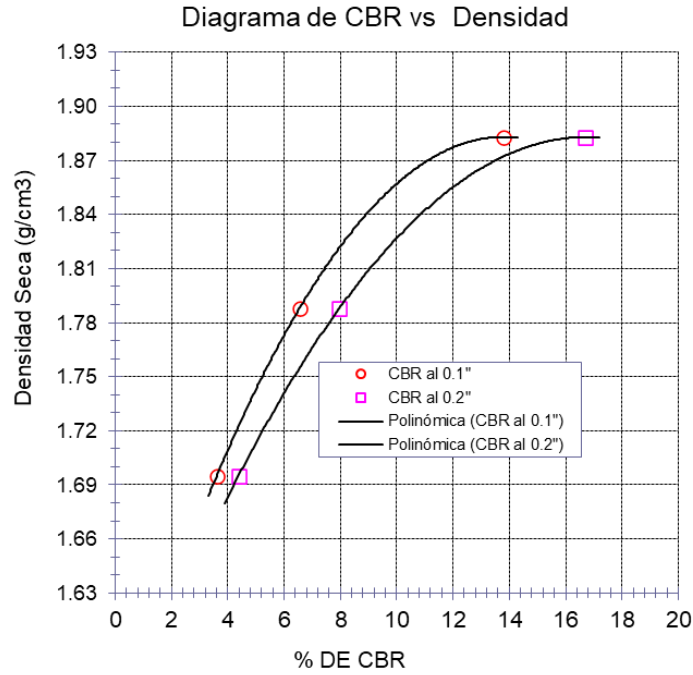


Fig 44. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cáscara de café.

Suelo natural + 7.5% Cáscara de café.

Compactación del suelo natural + 7.5% cáscara de café

La Tabla LVII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.836 gr/cm³ con una humedad de 17.92%. En la Fig.45 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 7.5% cáscara de café.

Tabla LVII.

Compactación del suelo natural + 7.5% cáscara de café

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.836
	Contenido óptimo de humedad	17.92

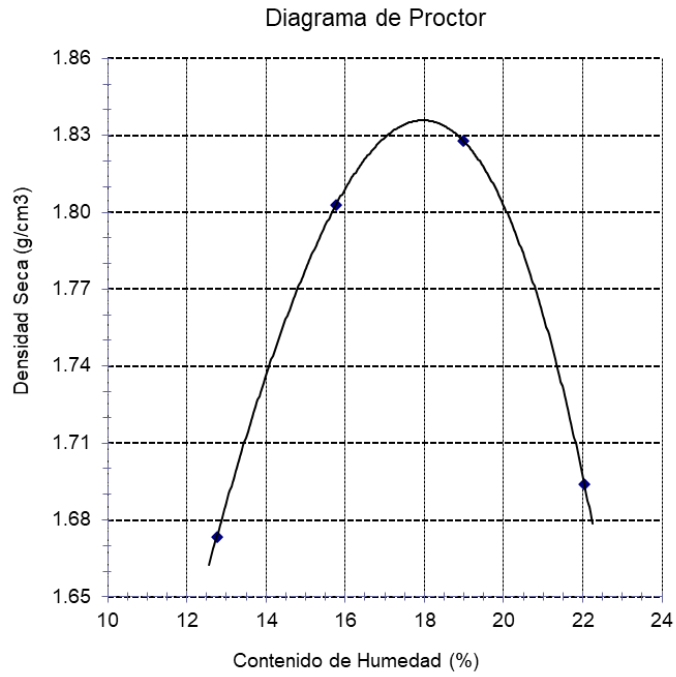


Fig 45. Diagrama de Proctor suelo natural + 7.5% cáscara de café

Comportamiento mecánico del suelo natural + 7.5% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 7.5% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig. 46.

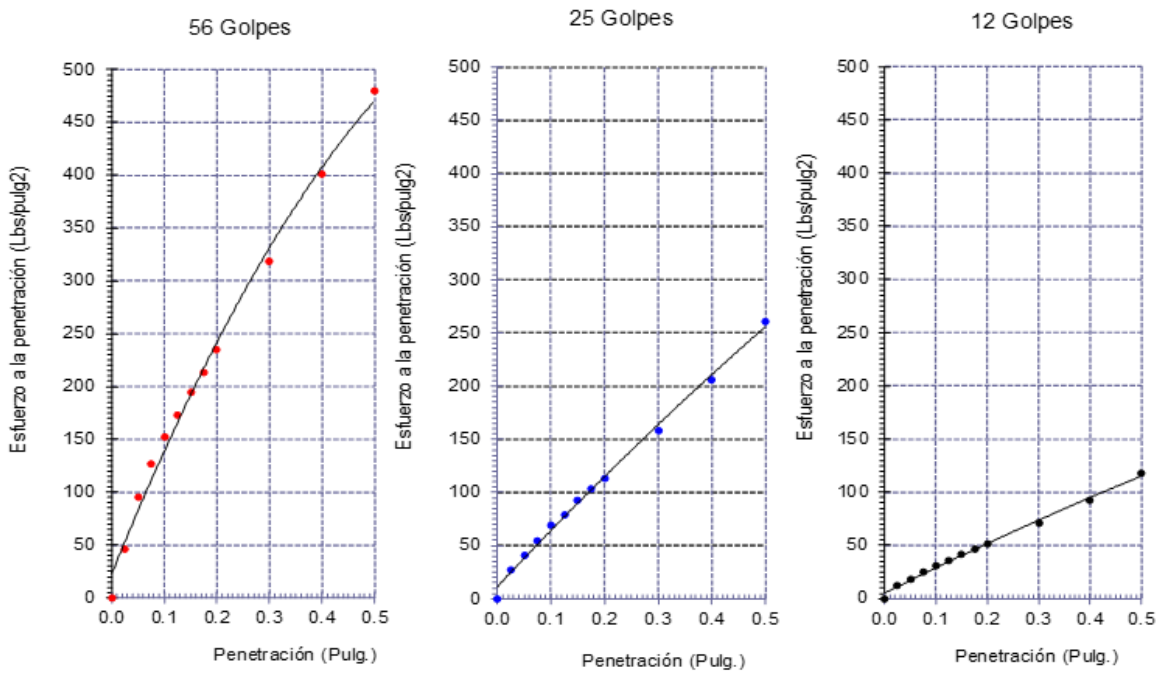


Fig 46. Diagrama de penetración del suelo modificado con 7.5% de cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 152 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 239 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 70 lbs/pulg² y para 0.2" es 115 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 37 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 52 lbs/pulg².

Tabla LVIII.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 7.5% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.836	11.7
	95	1.744	5.3
0.2 pulg.	100	1.836	14.8
	95	1.744	6.9

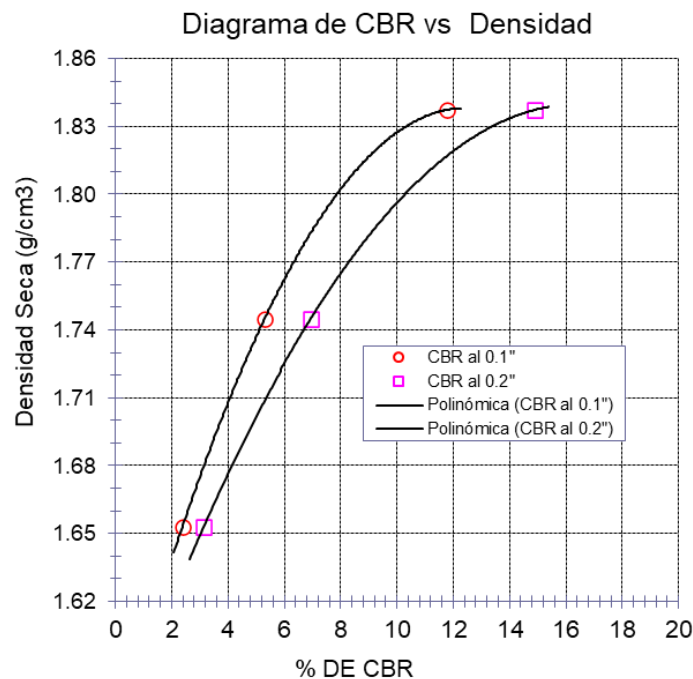


Fig 47. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 7.5% cal.

Suelo natural + 10% Cáscara de café

Compactación del suelo natural + 10% cáscara de café

La Tabla LIX nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.755 gr/cm³ con una humedad de 18.74%. En la Fig.48 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 10% cáscara de café.

Tabla LIX.

Compactación del suelo natural + 10% cáscara de café

<i>Proctor</i>		
Características del	Peso (kg)	6.454
molde	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.755
	Contenido óptimo de humedad	18.74

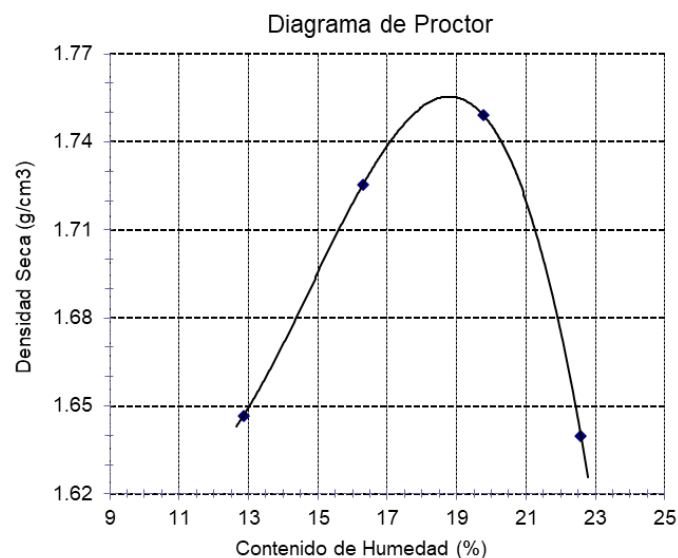


Fig 48. Diagrama de Proctor suelo natural + 10% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 10% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 10% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig.

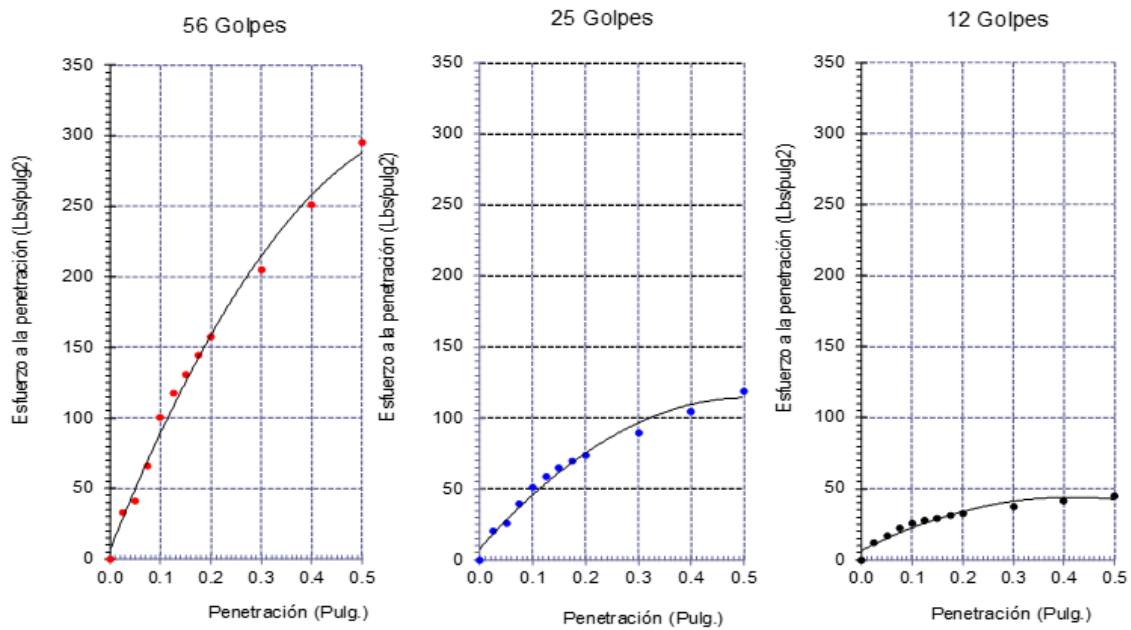


Fig 49. Diagrama de penetración del suelo modificado con 10% de cáscara de café

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 98 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 157 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1” es 50 lbs/pulg² y para 0.2” es 73 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesitó fue de 26 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 33 lbs/pulg².

Tabla LX.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 10% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.755	8.4
	95	1.668	3.9
0.2 pulg.	100	1.755	10.3
	95	1.668	4.7

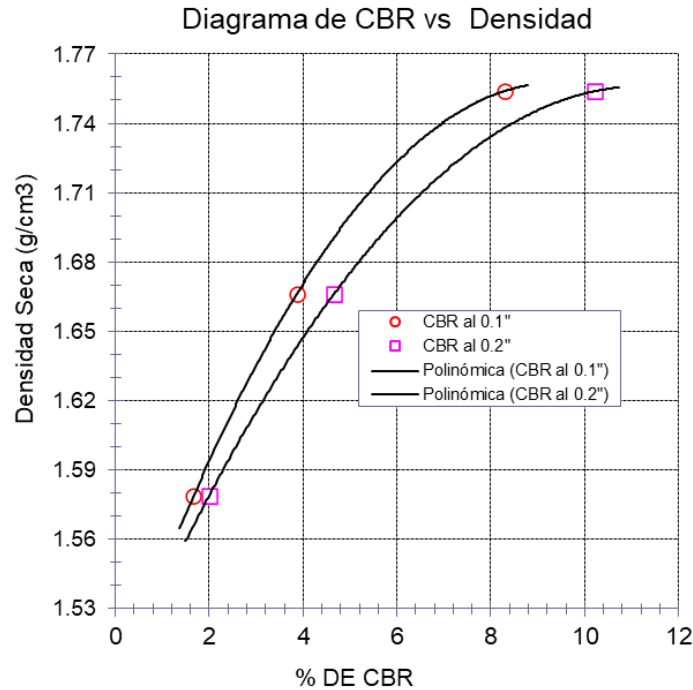


Fig 50. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 10% cáscara de café.

Suelo natural + 5.0% Cal + 2.5% cáscara de café

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café

La Tabla LXI nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.879 gr/cm³ con una humedad de 15.472%. En la Fig.51 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café.

Tabla LXI.

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café

Proctor		
Características del	Peso (kg)	6.454
molde	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.879
	Contenido óptimo de humedad	15.472

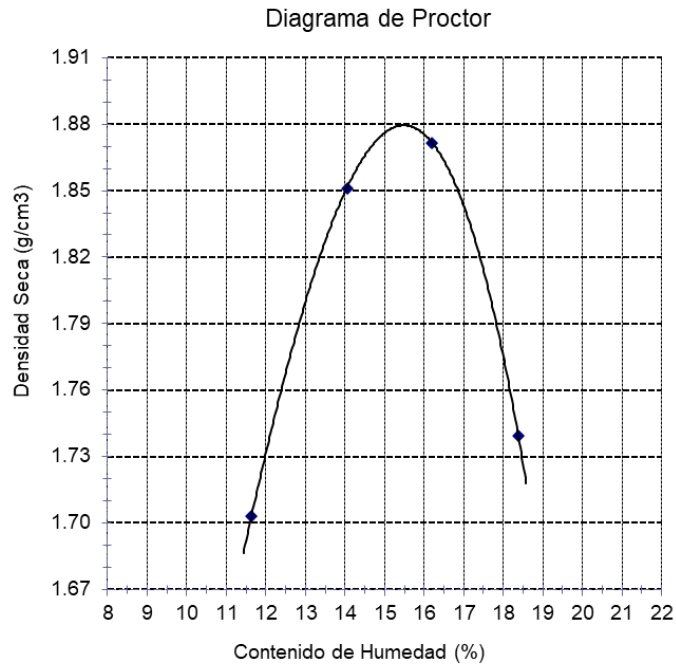


Fig 51. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig. 52.

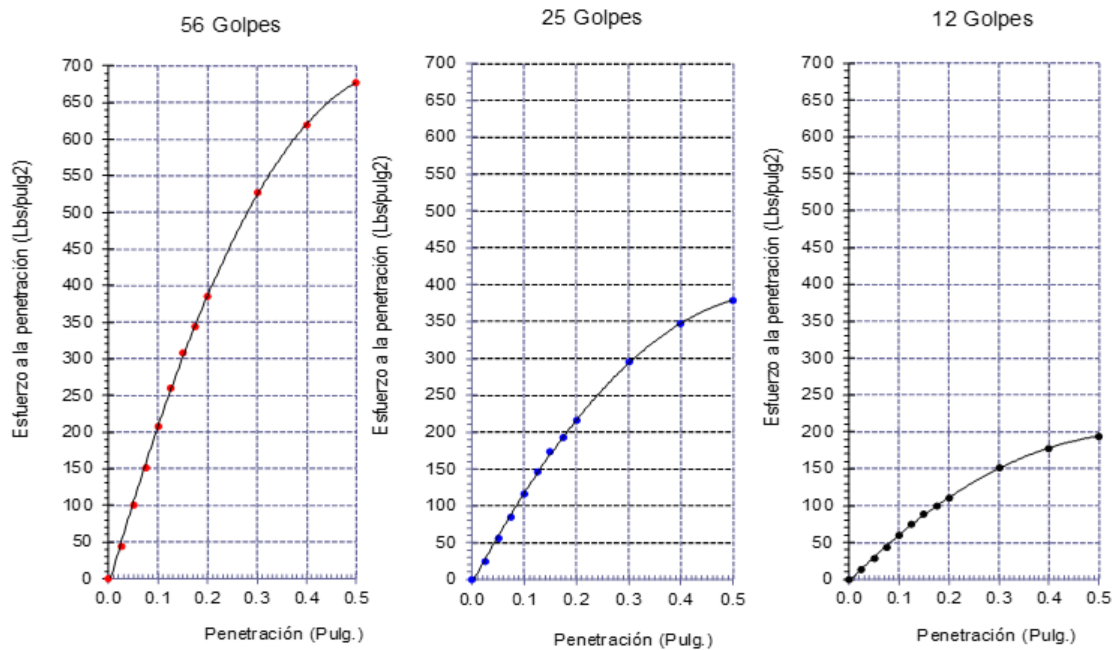


Fig 52. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 2.5% cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 205 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 389 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 119 lbs/pulg² y para 0.2" es 220 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 60 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 111 lbs/pulg².

Tabla LXII.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 2.5% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.879	21.9
	95	1.785	12.3
0.2 pulg.	100	1.879	26.5
	95	1.785	14.9

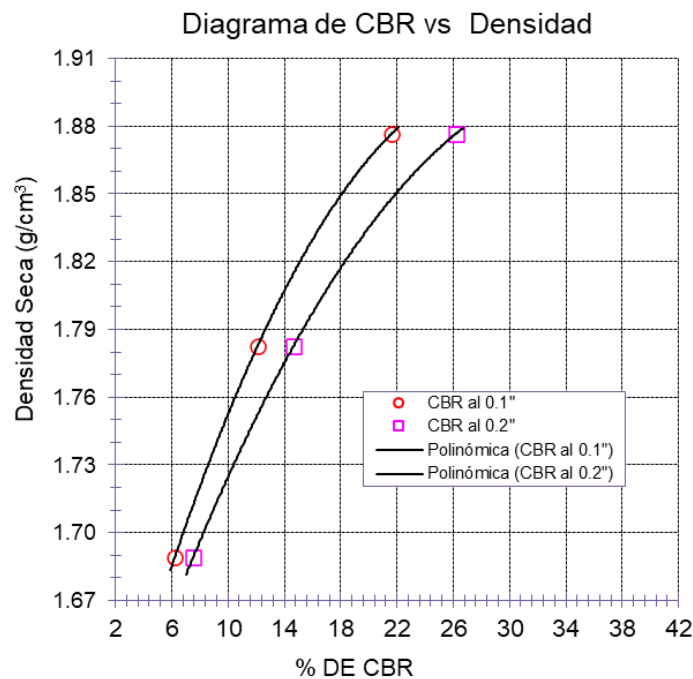


Fig 53. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 2.5% cáscara de café.

Suelo natural + 5.0% Cal + 5.0% cáscara de café

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café

La Tabla LXIII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.819 gr/cm³ con una humedad de 16.667%. En la Fig.54 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.

Tabla LXIII.

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.819
	Contenido óptimo de humedad	16.667

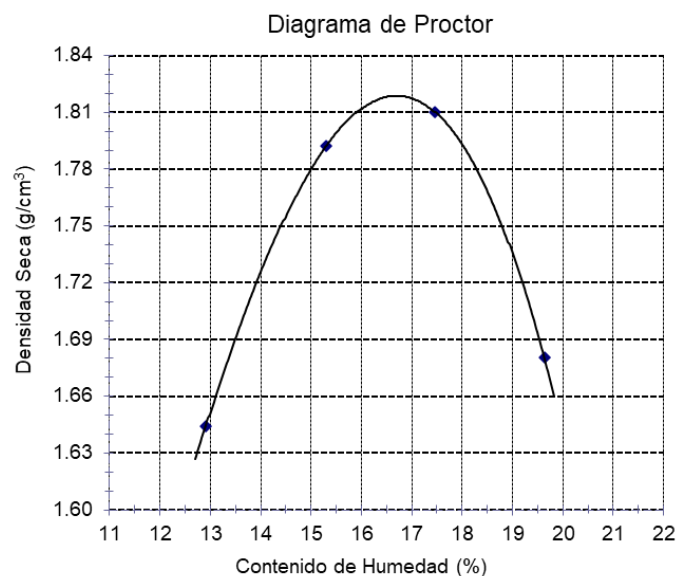


Fig 54. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestran en la Fig. 55.

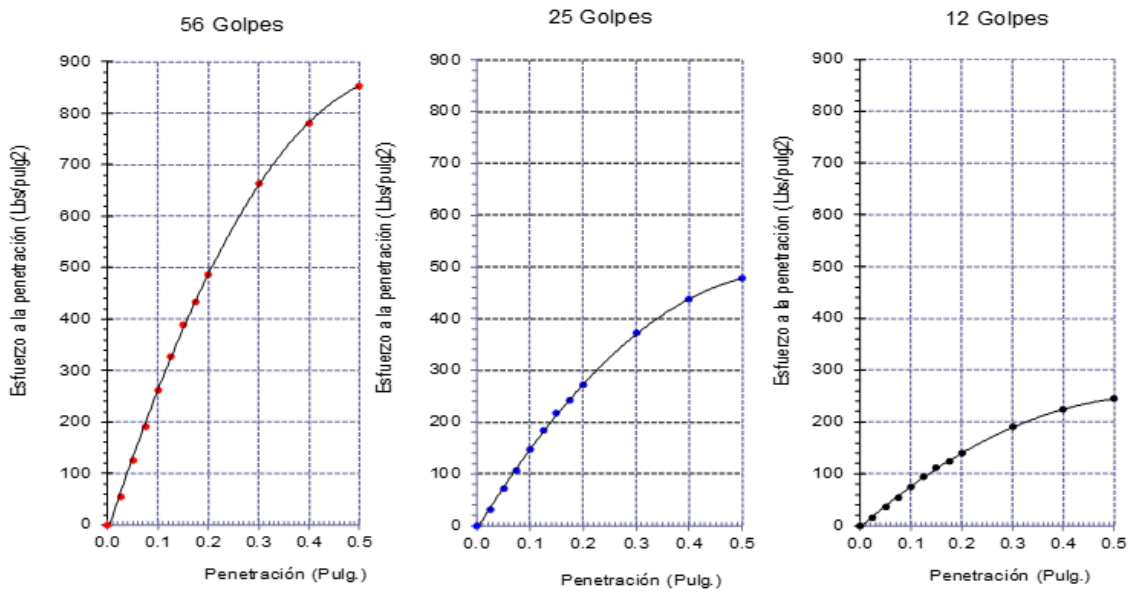


Fig 55. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 5.0% cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1” se necesita un esfuerzo de 311 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2” se aplicó un esfuerzo de 491 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1” es 123 lbs/pulg² y para 0.2” es 279 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1”, el esfuerzo que se necesitó fue de 79 lbs/pulg², lo mismo para 0.2”, donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 150 lbs/pulg².

Tabla LXIV.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 5.0% cáscara de café

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.819	27.3
	95	1.728	15.3
0.2 pulg.	100	1.819	33.1
	95	1.728	18.6

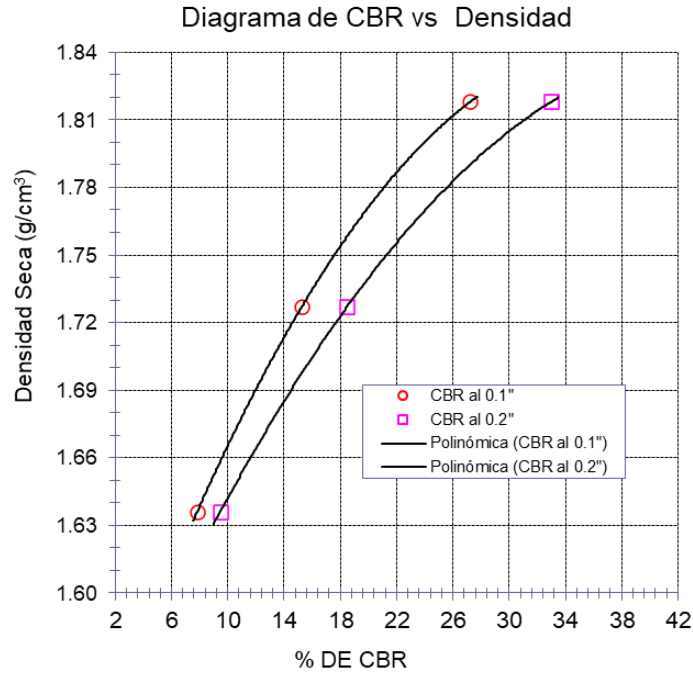


Fig 56. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 5.0% cáscara de café.

Suelo natural + 5.0% Cal + 7.5% cáscara de café

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café

La Tabla LXV nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.767 gr/cm³ con una humedad de 17.112%. En la Fig.57 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.

Tabla LXV.

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.

Proctor		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.767
	Contenido óptimo de humedad	17.112

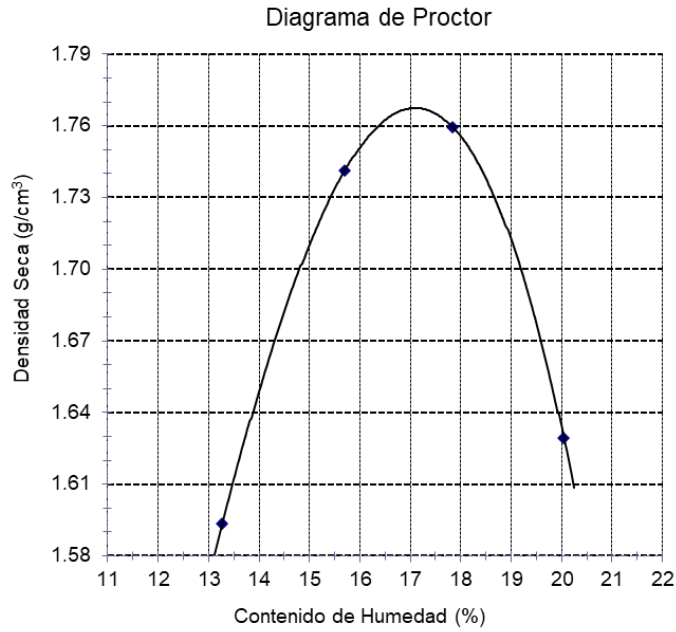


Fig 57. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestra en la Fig. 58.

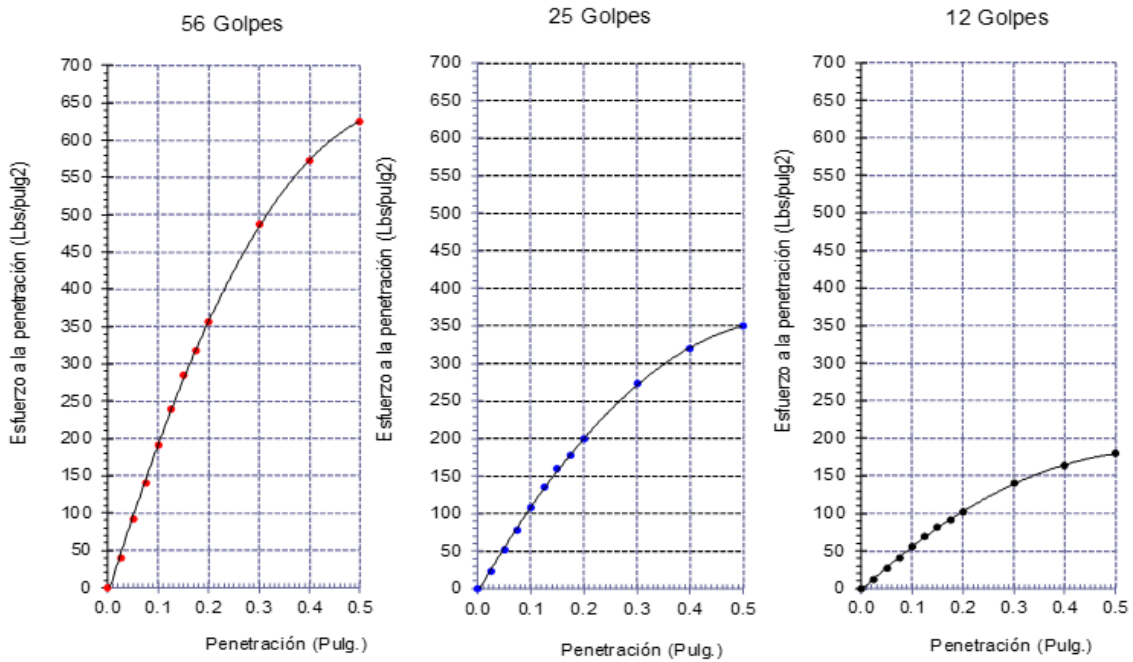


Fig 58. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 7.5% cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 191 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 356 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 109 lbs/pulg² y para 0.2" es 200 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesito fue de 56 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visibiliza un esfuerzo a la penetración igual a 101 lbs/pulg².

Tabla LXVI.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.767	20.0
	95	1.679	11.2
0.2 pulg.	100	1.767	24.2
	95	1.679	13.6

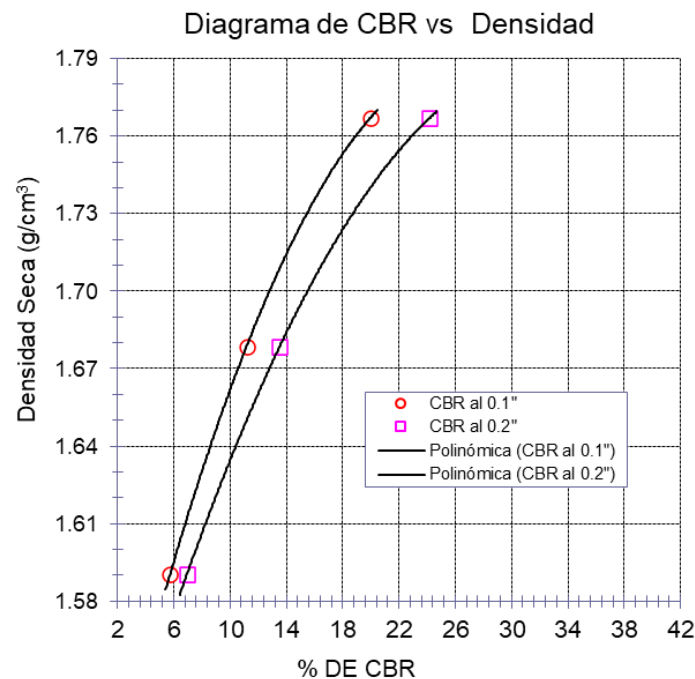


Fig 59. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 7.5% cáscara de café.

Suelo natural + 5.0% Cal + 10% cáscara de café

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café

La Tabla LXVII nos muestra los resultados del ensayo del Proctor, donde se alcanzó una densidad máxima seca de 1.721 gr/cm³ con una humedad de 17.62%. En la Fig.60 se puede identificar la curva de relación del contenido de humedad y densidad máxima seca del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café.

Tabla LXVII.

Compactación del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café.

<i>Proctor</i>		
Características del molde	Peso (kg)	6.454
	Volumen (cm ³)	2136
	Densidad máxima seca (g/cm ³)	1.721
	Contenido óptimo de humedad	17.62

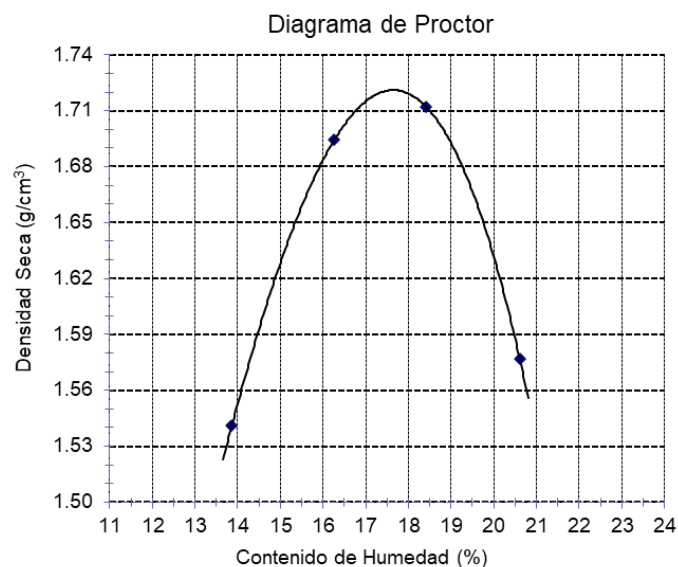


Fig 60. Diagrama de Proctor suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café.

Comportamiento mecánico del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café

Los resultados obtenidos del suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café, analizadas con el ensayo de CBR, se muestra en la Fig. 61.

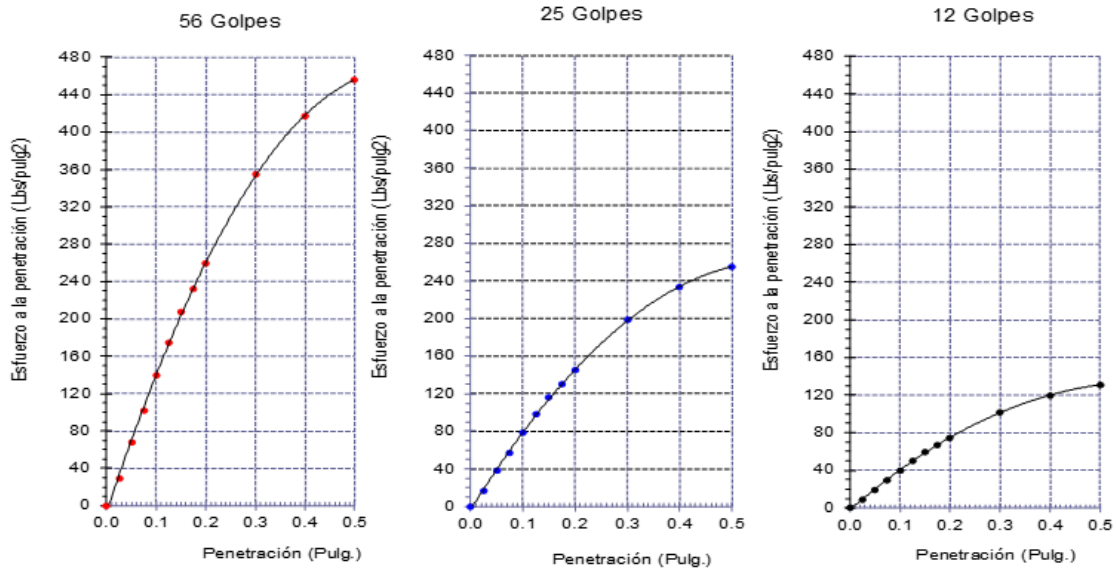


Fig 61. Diagrama de penetración del suelo modificado con 5.0% de cal + 10% cáscara de café.

Se identifica que a una compactación de 56 golpes en una penetración de 0.1" se necesita un esfuerzo de 144 lbs/pulg² y en una penetración de 0.2" se aplicó un esfuerzo de 262 lbs/pulg². En una compactación de 25 golpes, el esfuerzo que posibilita la penetración de 0.1" es 80 lbs/pulg² y para 0.2" es 148 lbs/pulg². De la misma manera para la compactación de 12 golpes, para 0.1", el esfuerzo que se necesitó fue de 40 lbs/pulg², lo mismo para 0.2", donde se visualiza un esfuerzo a la penetración igual a 78 lbs/pulg².

Tabla LXVIII.

Resultados de ensayo de CBR suelo natural + 5.0% cal + 10% cáscara de café.

<i>Ensayo de CBR</i>			
Penetración	%MDS	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	Índice de CBR (%)
0.1 pulg.	100	1.721	14.9
	95	1.635	8.4
0.2 pulg.	100	1.721	18.2
	95	1.635	10.2

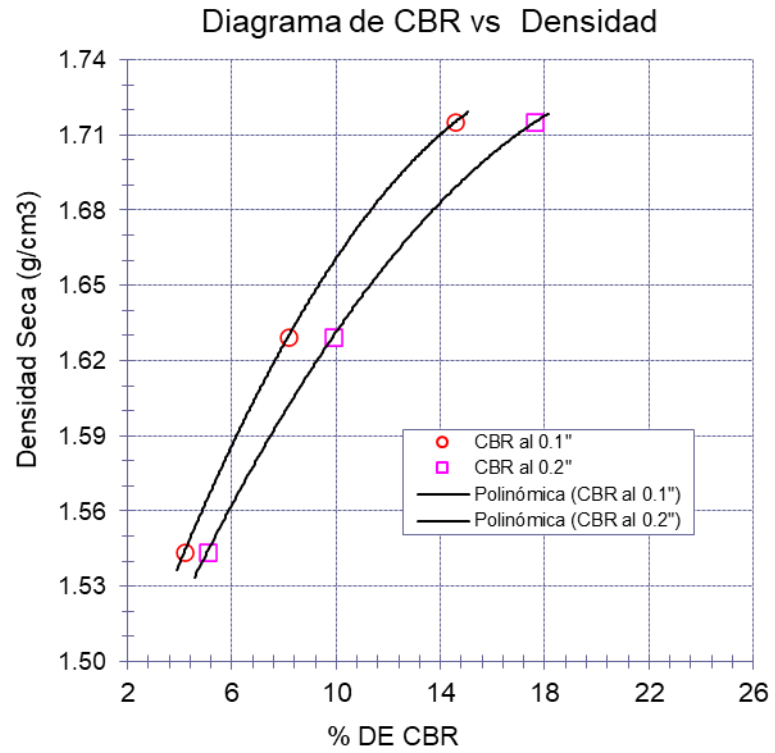


Fig 62. Diagrama de Densidad e índice de CBR para la muestra del suelo natural modificado con 5.0% cal + 10% cáscara de café.

3.2. Discusión

Iniciando la discusión, es importante la evaluación de las características o propiedades físicas en relación al suelo, considerando 6 puntos de exploración (calicatas) a una profundidad de 1.50 m, de manera ideal para cada una de las muestras extraídas se determinó que son de perfil CL, cuya composición del suelo comprende arcilla de baja o mínima plasticidad y algunas muestras que se encontraron, además, se involucró la presencia de arena. Por lo que para aplicar el aumento de cal y cascara de café con la finalidad de estabilizar el suelo, se tuvo que elegir muestra de una calicata en específico, así, por composición todas pudieron ser elegibles, ya que todas contenía arcilla; sin embargo, luego de examinar y evaluar las propiedades mecánicas de cada una de las pruebas, la muestra extraída de la C-04, fue la que menor índice de CBR presentando un 6.5% en una implantación de 0.1 pulg. a 100% de densidad seca, siendo esta la más desfavorable, y la indicada para aplicar el mejoramiento del suelo, beneficiando las construcciones y principalmente en función del objetivo planteado en la presente investigación.

Para propiedades mecánicas, para suelo natural, de las 6 muestras correspondientes a las 6 calicatas exploradas, la muestra con menor índice de CBR fue de la C-04, alcanzando 6.5% en una penetración de 0.1 pulg. a 100% densidad seca, es decir su nivel máximo; lo que fue un argumento válido para decidir trabajar con muestras de suelo de este punto de exploración, a las cuales se les añadió cal y cascara de café y una combinación de ambas materias. Adicionando cal, los hallazgos alcanzados de índice de CBR, superaron de manera considerable a los de la muestra control (suelo natural C-04), obteniendo un valor óptimo en 5%, pues el índice pasó de los 6.5% a 13.9%, produciéndose un incremento de 113.85%, lo que es atribuible al efecto producido al interactuar las partículas de la cal con las de arcilla propia del material suelo; pues la cal mejora la resistencia de los suelos con arcilla mediante el encapsulamiento de las fragmentos elementales; pues al producirse la interacción entre cal y partículas arcillosas se genera el efecto denominado floculación, produciendo a su vez una capa doble extensa que reduce significativamente la expansión e hinchamiento de suelos finos e incrementa el aguante a la penetración [47].

Además, al producir una interacción entre los iones de Sodio (Na) del suelo y el Calcio (Ca) de la Cal, modificándose así el reparto de cargas en la parte superficial de las partículas del suelo arcilloso; siendo el efecto como tal, la pérdida de la tierra, de su propiedad para conservar agua [48]. Lo determinado en esta investigación se vincula con lo conseguido en el estudio de Khodaparast, et.al [19], pues determinó que un contenido óptimo de cal del 6% aumentó la resistencia de las muestras de suelo. Así mismo se relaciona de cierto modo con lo determinado por Delgado y Mormontoy [23], pues determinaron que la densidad seca máxima del suelo estabilizado con cal fue de 1.725 gr/cm^3 y el CBR fue 12.84%, 3 veces por encima de la del suelo natural, con una dosis óptima de 5% de cal. Así mismo coincide con los resultados determinados por Flores [11], pues estableció en su estudio que la óptima suma de cal para estabilizar el suelo de subrasante fue 5%. Mientras que difiere en cierto modo con lo determinado por Tacca [27], pues en sus resultados demostró que al adicionar la cal, este material cementante logra el mejoramiento y aumenta las capacidades de soporte del suelo y por ende perfecciona la estabilidad del terreno subrasante, puesto que con el 12% de cal, el CBR resultó con un porcentaje de 29%, seguidamente el suelo manejado con el 8% de cal, proporciona un 24% referido al CBR y finalmente con el 4% de cal, se logró conseguir un CBR igual a 19%.

Entre tanto la incorporación de la cascara de café en la muestra de suelo arcilloso permitió obtener resultados similares a los alcanzados con el aumento de cal, alcanzando un índice (CBR = 13.8%), siendo un 112.31% más en referencia a la muestra control, con una dosis óptima de 5%; no obstante en comparación con el resultado máximo obtenido con la cal, está por debajo, aunque la diferencia es mínima; lo que podemos atribuir a factores como la absorción, pues la cal empleada en este estudio presentó valores de 40.86%, mientras que la cascara de café obtuvo 27.48%, resultado relevante en el procedimiento de estabilización del suelo. Esto difiere con lo determinado por el autor Atahu, et.al [16], puesto que los hallazgos investigativos reflejaron que el suelo tratado con cascara de café generalmente mejora en términos de resistencia, siendo el porcentaje más óptimo el 20% de adición, puesto que aumenta tres veces más la capacidad de carga del suelo.

Por su parte, al adicionar el óptimo porcentaje de cal, 5%, y cada uno de los porcentajes de cascara de café, en combinación, se descubrió que el valor óptimo expuesto a partir de los resultados de índice de CBR, fue de 5% de cal +5% de cascara de café, permitiendo obtener un índice de 27.3%, siendo superior a la muestra control en 320%, permitiendo así una considerable mejora en las características mecánicas de los suelos arcillosos; atribuyendo esto al efecto combinado entre ambas adiciones, pues tanto la cal como la cascara por separado, mejoraron el suelo considerablemente, y al combinarlos fue aún mejor el efecto de mejora.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se encontró que las peculiaridades físicas del terreno en estado natural, teniendo en cuenta la agrupación de acuerdo a la SUCS de suelo arcilloso con baja plasticidad CL, así mismo se halló un límite líquido igual a 46.09%, reducción de plástico de 20.41% y un grado de plasticidad de 25.68%. Considerando las propiedades mecánicas se tuvo una densidad seca igual a 1.953 gr/cm³ y su CBR de 95% MDS, fue de 3.2% lo cual se califica como una subrasante incorrecta o no adecuada para este tipo de suelos.

Uno de los resultados determinó que las propiedades físicas de la cáscara de café y de la cal, estableció para la cascara una absorción de 27.48% y para la cal, un 40.86%.

Se evaluó las diferentes facultades mecánicas del terreno experimentado, logrando un suelo con adición de cal un incremento considerable de la resistencia mecánica, siendo el índice de CBR superior en 113.85%, en referencia al del suelo natural; mientras que con el aumento de cascara de café se logró un incremento del CBR en 112.31%, siendo el valor óptimo 5%; en tanto cuando se combinó óptimo de cal, 5% por peso de muestra, y cascara de café, la dosis óptima fue 5% de cal + 5% de cascara de café, logrando incrementar eficientemente el índice de CBR en 320%.

Comparando los resultados obtenidos con adición de cal y cascara de café con los del suelo natural, se logró establecer que la combinación más adecuada es la de suelo natural + 5% de cal + 5% de cascara de café, pues el índice de CBR supera en hasta 320% al alcanzado por el suelo en su estado natural, alcanzando trasladarse de una sub rasante incorrecta a una sub rasante excelente con altos estándares de calidad.

Se logró establecer una dosis de adición óptima de cal y de cascara de café es 5%, al igual que cuando se emplea ambos materiales para ser añadidos al suelo.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda que los interesados establezcan los suelos con cal en dosis de hasta 5%, ya que da mejores resultados en sus propiedades mecánicas y mejora de manera notable los suelos de baja calidad; considerando que valores superiores al 5% conllevan a una reducción de la resistencia mecánica.

Adicionar cáscara de café en la permanencia de suelos es viable en proporciones bajas, ya que, al adicionar en cantidades altas, la resistencia mecánica disminuye. Siendo el valor óptimo determinado 5%

Es recomendable utilizar como porcentaje óptimo 5% de cal y 5% de cáscara de café en establecer un suelo arcilloso con mínima plasticidad, puesto que se obtiene índices crecientes de soporte de California al 95% MDS, traduciéndose técnicamente los beneficios que traen consigo el empleo de cal, puesto que influye en la mejora de suelos con fines de subrasante.

REFERENCIAS

- [1] J. F. Rivera, A. Aguirre-Guerrero and R. Mejía de Gutiérrez, "Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión)," *Informador Técnico*, vol. 84, no. 2, pp. 202-226, 2020.
- [2] N. Méndez de los Santos and N. Ovando García, "Estabilización de las arcillas expansivas en vialidades de comunidades urbanas," *Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad*, vol. 9, no. 4, pp. 124-129, 2017.
- [3] C. Srinivas F, S. Chandrashekar B and M. Raviraj H, "Study on strength and volume change behavior of stabilized black cotton soil with different pH of soil-lime mixes for pavement subgrade," *Springer*, vol. 14, no. 5, pp. 543-548, 2020.
- [4] K. Harichane, M. Ghrici and H. Gadouri, "Natural pozzolana used as a source of silica for improving the behaviour of lime–stabilised clayey soil.," *Arabian Journal of Geosciences.*, vol. 12, no. 15, 2019.
- [5] E. Vitale, G. Russo and D. Deneele, "Use of Alkali-Activated Fly Ashes for Soil Treatment.," *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 40, pp. 723 - 733, 2020.
- [6] A. Driss, K. Harichane and M. Ghrici, "Effect of natural pozzolana on microstructural behavior and hydraulic conductivity of lime-stabilized clayey soil.," *Innovative Infrastructure Solutions.*, vol. 6, no. 4, p. 7, 2021.
- [7] R. Torres, "El modelo peruano para el desarrollo de caminos rurales.," *Revista de Ingeniería*, no. 45, pp. 40-51, 2017.
- [8] M. Malaver Vásquez and A. Tuesta Campoverde, "Aplicación de ceniza de cascara de café, para determinar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos en la carretera JoséGálvez - Chanchamayo – 2020.," Lima, 2020.
- [9] J. Y. Landa Alarcon y . S. F. Torres Montesinos, *Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal*, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019.
- [10] A. Huayapa Muñoz and J. Villacaqui Henostroza, "Estabilización de suelos arcillosos adicionando desechos ae policloruro de vinilo y cal en el sector vial de Huanchac – Ancash 2021.," Huaraz, 2021.

- [11] K. K. Flores Isminio, «Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín 2020,» San Martín, 2020.
- [12] C. Maquera Flores and Y. Aquino Chura, "Estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera Acora – Jayujayu, Acora, Puno – 2021.," Lima, 2021.
- [13] B. M. Gamarra Marino, Mejoramiento de suelos arcillosos mediante estabilización química, una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años, Universidad Privada del Norte, 2019.
- [14] A. C. F. Becerra Santillán y A. E. Herrera Gonzales, Estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos pacasmayo vía fuerte, mochica y qhuna; Lambayeque. 2018, Universidad Señor de Sipán, 2019.
- [15] Subash Thanappan, Riyaz Khan N.H, Jifara Chimdi, Haimanot Eshete, Halima Midekso, Hana Amare, Hana Degfe and Heaven Taeme, "Coffee Husk Ash and Cement as Special Ingredients: Stability Analysis on black cotton soil," *AJER*, vol. 10, no. 1, pp. 160-167, 2021.
- [16] M. Atahu, F. Saathoff and A. Gebissa, "Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash.," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering.*, vol. 11, no. 2, pp. 337-348, 2019.
- [17] A. Hernández and M. Herrera, "Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café.," Bogotá, 2019.
- [18] J. Baldovino, R. Izzo, J. Rose and M. Domingos, "Strength, durability, and microstructure of geopolymers based on recycled-glass powder waste and dolomitic lime for soil stabilization.," *Construction and Building Materials.*, vol. 271, p. 121874, 2021.
- [19] M. Khodaparast, A. Rajabi and M. Mohammadi, "Mechanical properties of silty clay soil treated with a mixture of lime and zinc oxide nanoparticles.," *Construction and Building Materials.*, vol. 281, p. 122548, 2021.
- [20] M. Kumar, "Clay soil stabilization by utilizing secondary lime and rubber tire powder.," *Materials Today: Proceedings.*, vol. 37, no. 2, pp. 3471-3474, 2021.

- [21] M. Mahedi, B. Cetin and D. White, "Closure to "Cement, Lime, and Fly Ashes in Stabilizing Expansive Soils: Performance Evaluation and Comparison," *Journal of Materials in Civil Engineering.*, vol. 33, no. 9, pp. 1-2, 2021.
- [22] Y. J. Huancoillo, "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvio Huancané – Chupa – Puno," Repositorio:UNAP-Institucional, Puno, 2017.
- [23] C. A. Delgado and V. D. Mormontoy, "Estabilización de suelos arcillosos con adición de ceniza de mazorca de maíz y cal," Repositorio: UAC-Institucional, Cusco, 2021.
- [24] K. K. Flores, «Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin 2020,» San Martin, 2020.
- [25] Y. Huancoillo, "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvio Huancané – Chupa – Puno.," Puno, 2017.
- [26] R. Martínez, "Estabilización de la subrasante incorporando caucho y cal, en la Av. Chimpu Ocllo, Carabaylo, 2020.," Lima, 2021.
- [27] J. Tacca, "Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para el mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021.," Lima, 2021.
- [28] P. Olano, "Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de cenizas cascarilla café arábica, carretera Guineas a Mañumalkm.0+000 al km.7+500, Utcubamba.," Chiclayo, 2021.
- [29] R. W. Sialer, "Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2021.
- [30] J. Alarcon, M. Jimenez and R. Benitez, "Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso.," *Revista ingeniería de construcción.*, vol. 35, no. 1, pp. 5-20, abril 2020.
- [31] A. Ulate Castillo, «Estabilizacion de suelos y materiales granulares en caminos bajo volumen de transito, empleando productos no tradicionales,» *LanammeUCR*, vol. 8, nº 2, p. 1, mayo 2017.
- [32] M. Angulo Roldan y C. N. Zavaleta Papa, Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas como capa de rodadura en la

Prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019, Universidad Científica del Perú, 2020.

- [33] J. E. Zambrano Cabello, Estabilización química con Cloruro de Magnesio en el diseño del camino -Villa las Orquídeas - Puente Piedra en el 2016, Universidad César Vallejo, 2017.
- [34] E. E. Chura Mamani y S. Romero Yupanqu, 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, 2017.
- [35] Ministerio de Transportes y Comunicaciones , Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos, Lima , 2014, pp. 34,35.
- [36] C. Chacon, C. Ordoñez and L. Varon, "Clasificación de la Fracción Fina de Materiales provenientes de Canteras aledañas a Bogotá, a partir de su valor de Azul de Metileno y su relación con la clasificación por el Sistema Unificado y Sistema Aashto.," Trabajo de Grado, BOGOTÁ D.C, 2016.
- [37] F. M. Gonzales Carpio, «Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno,» Puno, 2018.
- [38] E. J. Camargo Triana y M. Á. Peralta Melo, «Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de ceniza de café en el municipio de Viotá cundinamarca,» Colombia, 2020.
- [39] D. Santa Cruz Perales, «Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del distrito de Soritor – provincia de Moyobamba – región San Martín,» Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, Tarapoto, 2018.
- [40] A. Jurado and R. Perez, "Análisis comparativo de métodos destructivos y no destructivos en la determinación de parámetros geotécnicos para estabilización de un talud en la Costa Verde-Miraflores," Repositorio Institucional URP, Lima, 2019.
- [41] D. Liet Chi, F. Behzad and K. Hadi, "Comportamiento de suelos expansivos estabilizados con cal hidratada y fibras de bagazo.," *Procedia Engineering*, vol. 13, pp. 658-665, 2016.

- [42] F. Jalal, Y. Xu , . B. Jamhiri and S. Memon, "Estabilización expansiva del suelo utilizando materiales estabilizadores a base de calcio (CSM): una revisión completa.," *Hindawi*, 16 Mayo 2020.
- [43] C. Palomino, C. López , R. Espejo, R. Mansilla y J. Quispe, «Evaluación de la diversidad genética del café (*Coffea arabica* L.) en Villa Rica (Perú),» *Ecología Aplicada*, vol. 13, nº 2, p. 1, diciembre 2014.
- [44] M. M. Hadi Mohamed, C. P. Martel Carranza, F. T. Huayta Meza, C. R. Rojas León y J. L. Arias Gonzáles, *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*, Puno: Instituto Universitario, 2023.
- [45] J. L. Arias Gonzáles, J. Holgado Tisoc, T. L. Tafur Pittman y M. J. Vasquez Pauca, *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto*, Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2022.
- [46] E. Ramos-Carbajal, A. Martínez-Rodríguez, A. García de la Figal-Costales y G. Hernández-Cuello, «Correlación entre densidad y resistencia mecánica del suelo obtenida con sondas de diferentes geometrías,» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 29, nº 3, pp. 28-36, 2020.
- [47] A. B. Moale Quispe y E. J. Rivera Justo, «Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica,» Lima, 2019.
- [48] Calcinor, «La Cal, un producto-tres efectos, en la estabilización de suelos,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.calcinor.com/es/actualidad/reviews-producto/cal-estabilizacion-de-suelos#:~:text=Efectos%20de%20la%20cal%20en%20la%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos&text=Tras%20el%20mezclado%20con%20la,suelo%20por%20hidrataci%C3%B3n%20y%20evaporaci%C3%B3n..> [Último acceso: noviembre 2023].
- [49] J. James, E. P. B. Graham David, M. Nagarathinam, M. K. Thaniyarasu and J. Madhu, "Pozzolanic benefit of fly ash and steel slag blends in the development of uniaxial compressive strength of lime stabilized soil," *Revista Facultad de Ingeniería* , vol. 27, no. 49, pp. 7-21, 2018.

ANEXOS.

Anexos 1: Propiedades físicas de la cal y cascara de café	116
Anexos 2: Propiedades físicas del suelo	125
Anexos 3: Propiedades mecánicas del suelo natural	132
Anexos 4: Propiedades mecánicas del suelo natural + Cal	145
Anexos 5: Propiedades mecánicas del suelo natural + Cáscara de Café.....	154
Anexos 6: Propiedades mecánicas del suelo natural + % óptimo de Cal + % Cáscara de Café	163
Anexos 7: Autorización para el recojo de información.....	173
Anexos 8: Calibración de equipos.....	174
Anexos 9: Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del instrumento Alfa de Cronbach	191
Anexos 10: Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del instrumento Aiken.....	194
Anexos 11: Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos	197
Anexos 12: Panel Fotográfico	208

Anexos 1: Propiedades físicas de la cal y cascara de café

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/LEMS W&C**
Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
Esthefany Maryory Gamonal Delgado

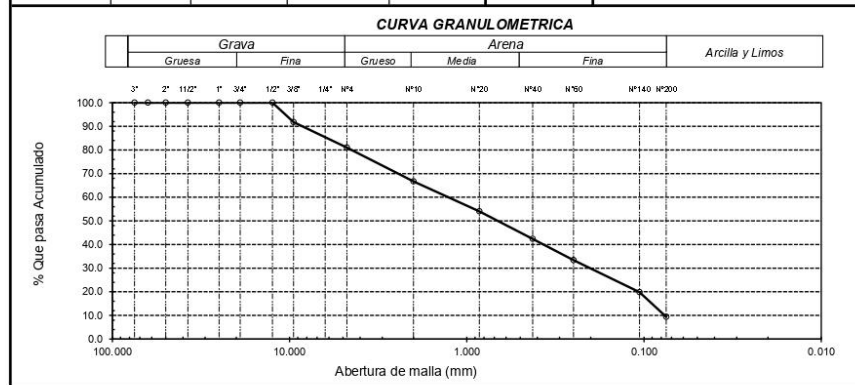
Proyecto / Obra : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: CAL
Muestra : M - 1

Análisis Granulométrico por tamizado						Distribución granulométrica			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa	Retenido	Requerimiento Granulométrico				
3"	75.000	0.000	0.0	100.0		% Grava	G.G. %	0.0	19.0
2"	50.000	0.000	0.0	100.0			G. F. %	19.0	
1 1/2"	37.500	0.000	0.0	100.0		% Arena	A.G. %	14.3	71.6
1"	25.000	0.000	0.0	100.0			A.M. %	24.3	
3/4"	19.000	0.000	0.0	100.0			A.F. %	33.0	
1/2"	12.500	0.000	0.0	100.0		% Arcilla y Limo		9.4	9.4
3/8"	9.500	8.200	8.2	91.8			Total	100.0	
N° 4	4.750	10.800	19.0	81.0		Módulo de Fineza	3.109		
N° 10	2.000	14.300	33.3	66.7		Coefficiente de Uniformidad	16.6		
N° 20	0.850	12.700	46.0	54.0		Coefficiente de Curvatura	0.4		
N° 40	0.425	11.600	57.6	42.4		Malla N°200	9.4		
N° 60	0.250	9.000	66.6	33.4		Observación:			
N° 140	0.106	13.600	80.2	19.8					
N° 200	0.075	10.400	90.6	9.4					



Observaciones:
- Identificación realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/LEMS W&C**
 Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
 Esthefany Maryory Gamonal Delgado

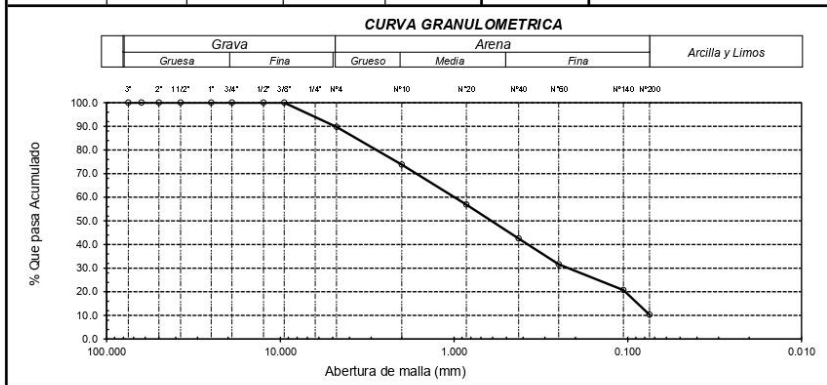
Proyecto / Obra : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
 Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: FIBRAS DE CASCARA DE CAFE
 Muestra : M - 1

Análisis Granulométrico por tamizado					Requerimiento Granulométrico	Distribución granulométrica
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa	Retenido		
3"	75.000	0.000	0.0	100.0		
2"	50.000	0.000	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0.000	0.0	100.0		
1"	25.000	0.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.000	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.000	0.0	100.0		
N° 4	4.750	10.300	10.3	89.7		
N° 10	2.000	15.900	26.2	73.8		
N° 20	0.850	16.900	43.1	56.9		
N° 40	0.425	14.400	57.5	42.5		
N° 60	0.250	10.900	68.4	31.6		
N° 140	0.106	10.900	79.3	20.7		
N° 200	0.075	10.400	89.7	10.3		



Observaciones:
 - Identificación realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo: **1110A_22/ LEMS W&C**
Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
Esthefany Maryory Gamonal Delgado
Proyecto : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
ENSAYO: ABSORCIÓN
NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 400.022

Muestra : FIBRA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Proveniencia : JAEN

I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa de la arena superficialmente seca	(gr)	175.00	176.40
2.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	135.05	140.70

II. - RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	29.58	25.37	27.48

Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1110A_22/ LEMS W&C**
Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
Esthefany Maryory Gamonal Delgado
Proyecto : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
ENSAYO: ABSORCIÓN
NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 400.022

Muestra :CAL

Proveniencia NO DEFINIDO

I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa de la arena superficialmente seca	(gr)	209.02	210.10
2.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	148.34	149.20

II. - RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	40.91	40.82	40.86

Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/ LEMS W&C**
 Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
 Esthefany Maryory Gamonal Delgado
 Proyecto / Obra : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
 Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : CAL

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	1.931
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- ˆ El líquido utilizado es Kerosene.
- ˆ Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- ˆ La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .

INFORME

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/ LEMS W&C**
 Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
 Esthefany Maryory Gamonal Delgado
 Proyecto / Obra : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
 Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : FIBRAS DE CÁSCARA DE CAFÉ

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	1.411
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/ LEMS W&C**
Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
Esthefany Maryory Gamonal Delgado
Proyecto : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023

Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza
Densidad Aparente Consolidada
Contenido de humedad

Referencia : NTP 334.168.2018
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : CAL

Densidad de Consolidación Humedo	(Kg/m ³)	690.61
Densidad de Consolidación Seco	(Kg/m ³)	542.62
Contenido de Humedad	(%)	25.04

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A_22/ LEMS W&C**
 Solicitante : Gustavo Ronaldo Vásquez Campos
 Esthefany Maryory Gamonal Delgado
 Proyecto : Análisis del comportamiento mecánico de un suelo adicionando cal y fibras de cáscaras de café con fines de la subrasante
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Martes, 11 de octubre del 2022
 Inicio de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 10 de julio del 2023
 Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza
 Densidad Aparente suelta
 Contenido de humedad
 Referencia : NTP 334.168.2018
 ASTM C-535 /N.T.P. 339.185
 Material : CAL

Densidad Suelto Humedo	(Kg/m ³)	355.27
Densidad Suelto Seco	(Kg/m ³)	279.14
Contenido de Humedad	(%)	27.27

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

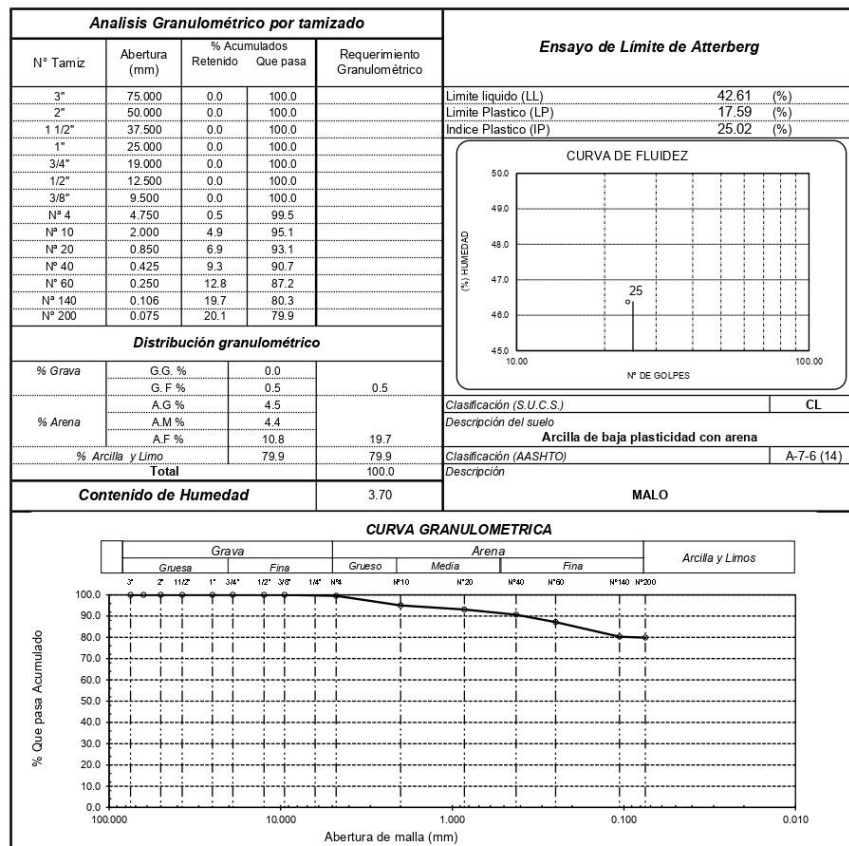
Anexos 2. Propiedades físicas del suelo

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

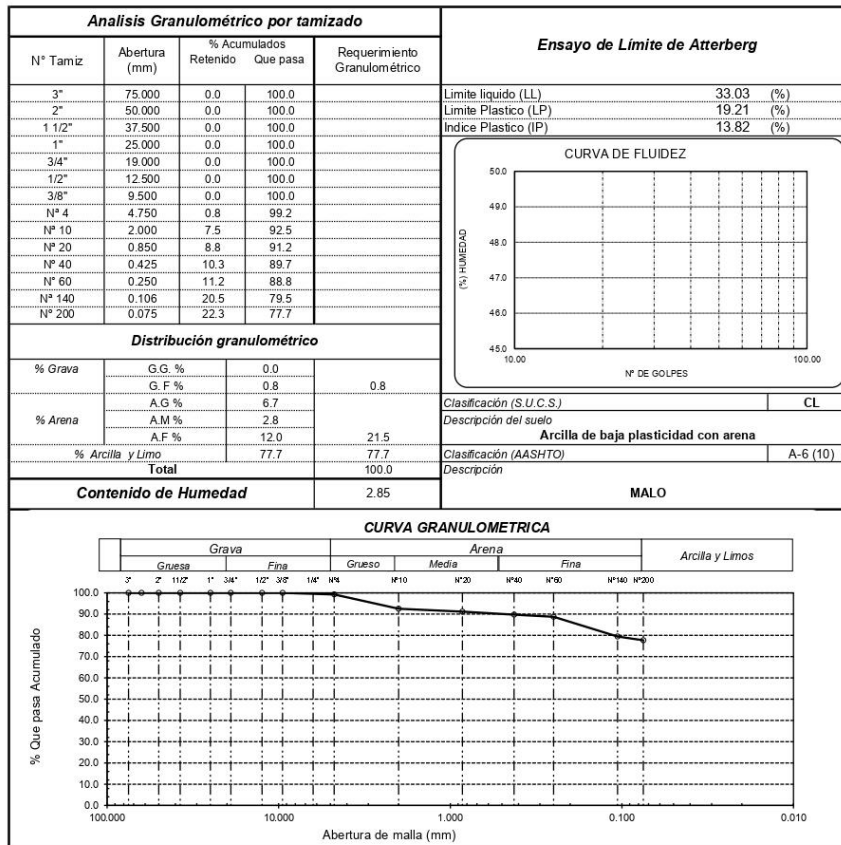
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m.- 1.50m.



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

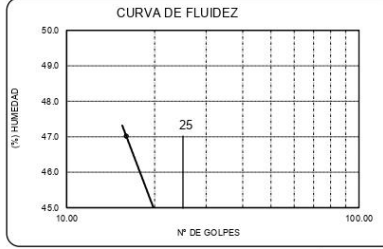
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

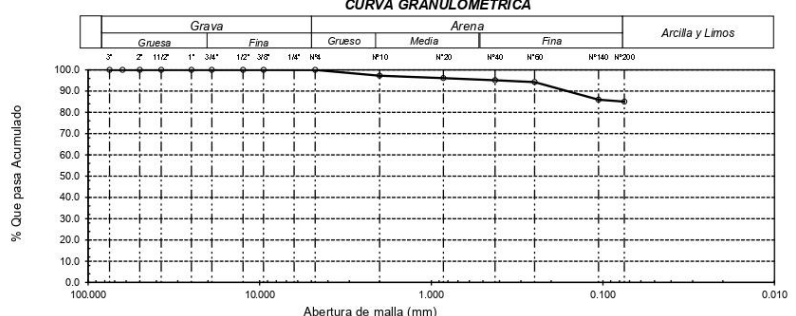
Calicata: C - 3

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m.- 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido Que pasa		Requerimiento Granulométrico	
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 42.81 (%)
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 22.03 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 20.78 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	100.0		
N° 4	4.750	0.1	99.9		
N° 10	2.000	2.7	97.3		
N° 20	0.850	3.9	96.1		
N° 40	0.425	4.9	95.1		
N° 60	0.250	5.7	94.3		
N° 140	0.106	14.0	86.0		
N° 200	0.075	14.9	85.1		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0		0.1	Clasificación (S.U.C.S.) CL
	G.F. %	0.1			
	A.G. %	2.7			
% Arena	A.M. %	2.2		14.9	Descripción del suelo Arcilla de baja plasticidad
	A.F. %	10.0			
	Total	85.1			
% Arcilla y Limo				85.1	Clasificación (AASHTO) A-7-6 (12)
Total				100.0	Descripción MALO
Contenido de Humedad				3.19	





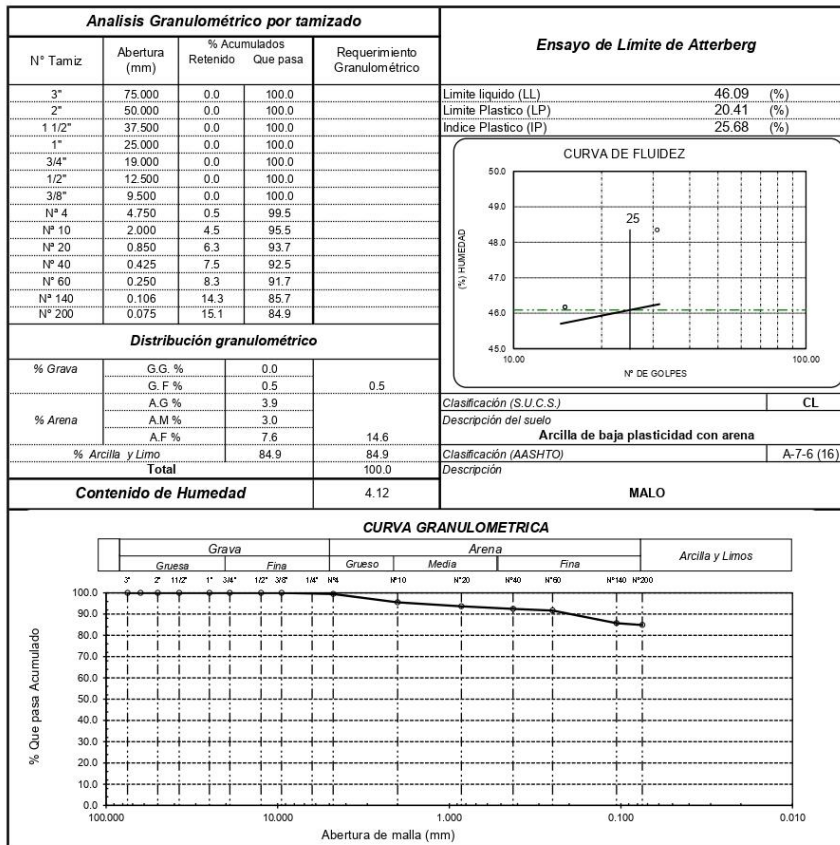
Observaciones:
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m.- 1.50m.



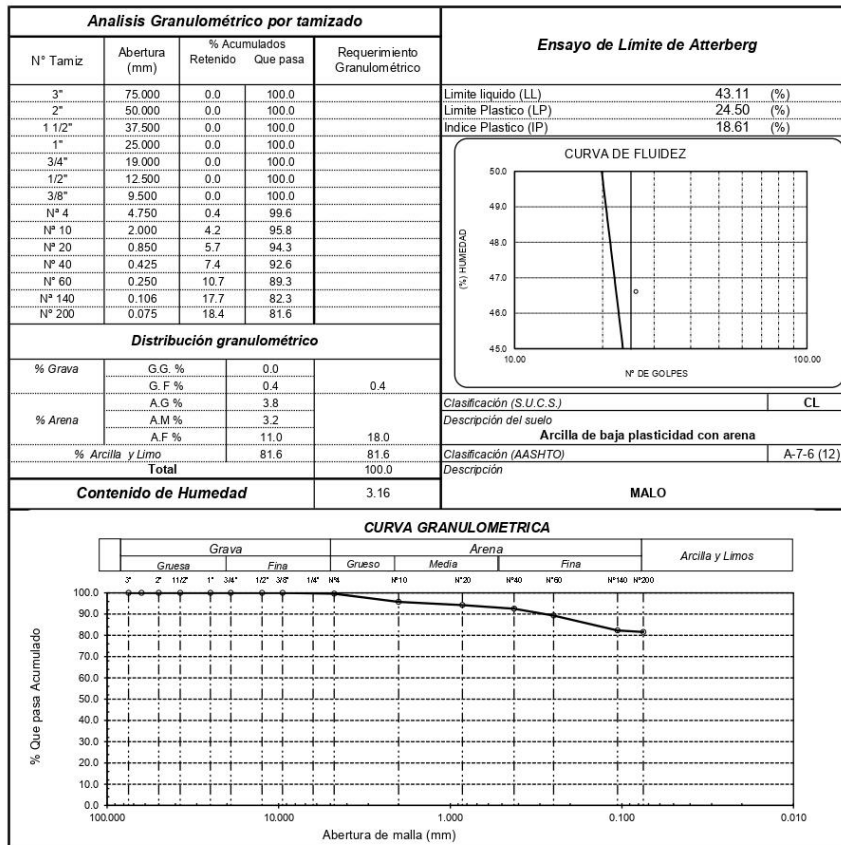
Observaciones:
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m.- 1.50m.



Observaciones:

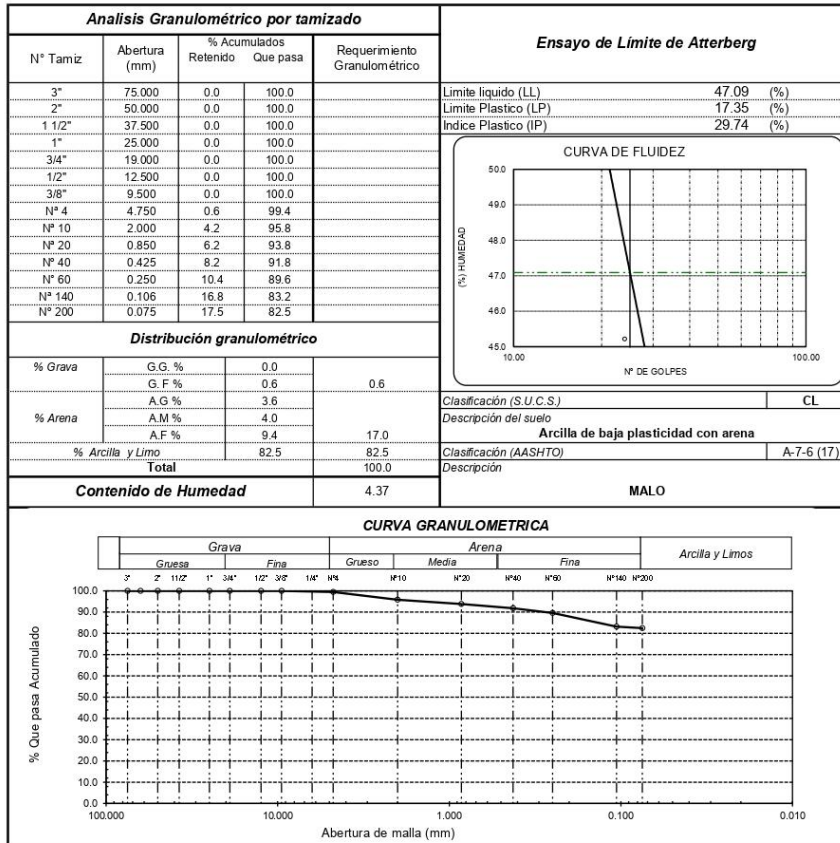
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 19/10/2022
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00m.- 1.50m.



Observaciones:
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Anexos 3: Propiedades mecánicas del suelo natural

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

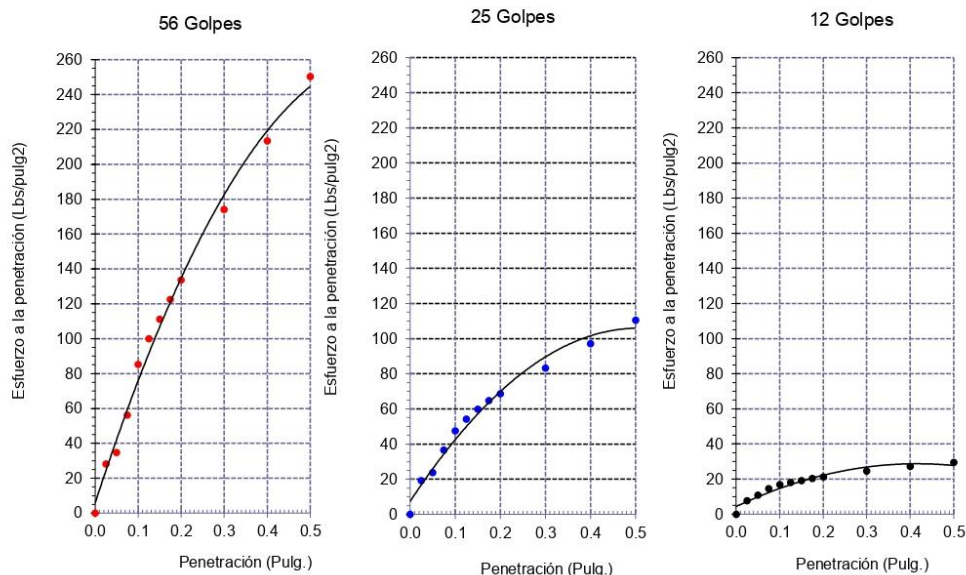
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

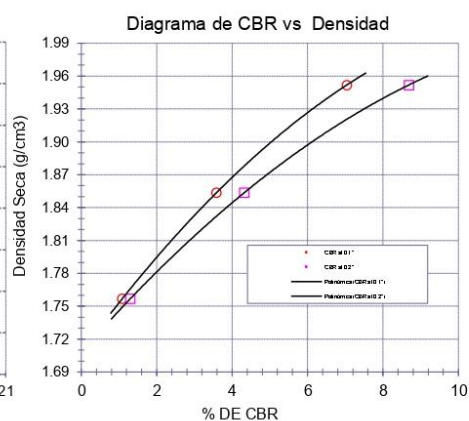
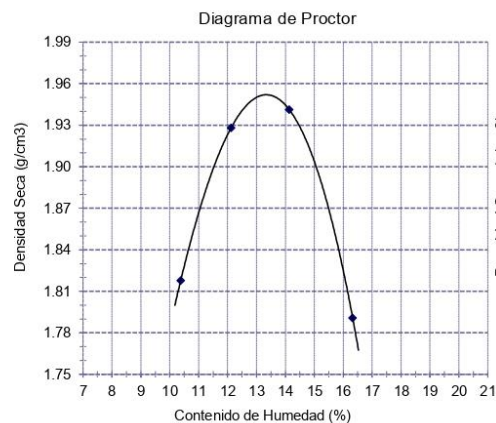
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.952 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.32 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.0	0.489	1.952	0.1"	100	7.0
02	25	3.6	0.757	1.854	0.1"	95	3.6
03	12	1.1	0.891	1.757	0.2"	100	8.7
					0.2"	95	4.4



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

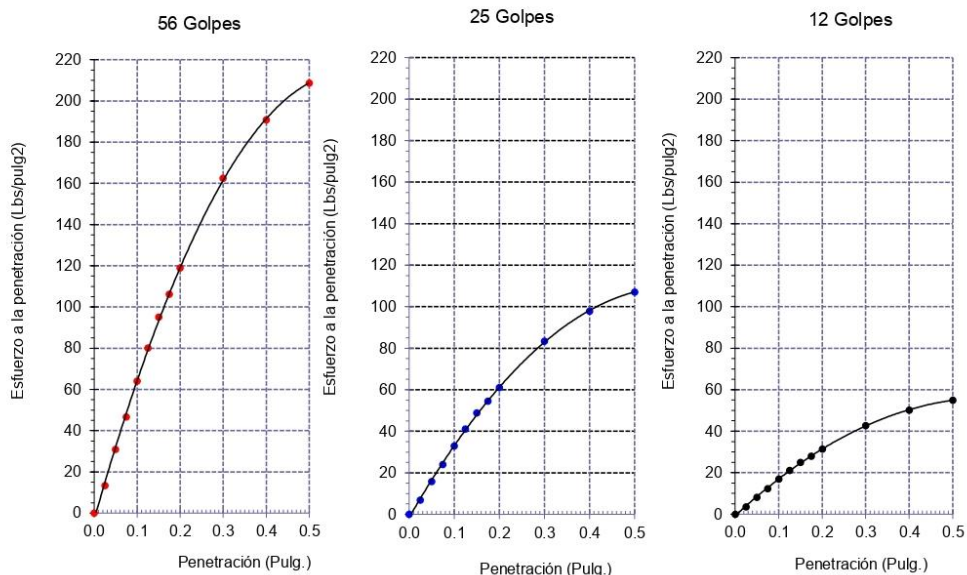
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1110A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

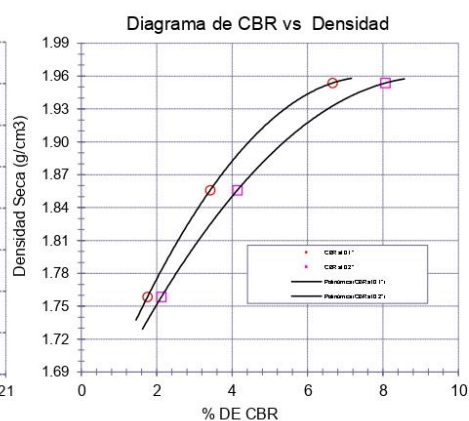
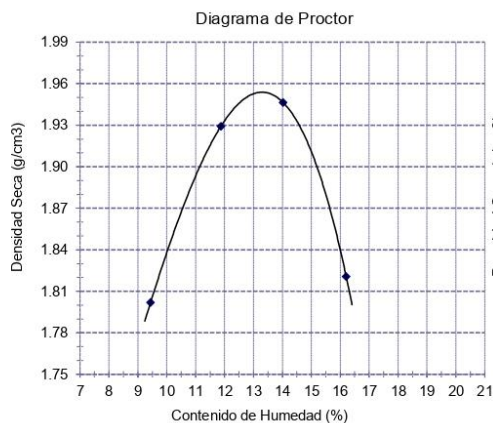
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.954 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.28 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.7	0.488	1.954	0.1"	100	6.7
02	25	3.4	0.754	1.856	0.1"	95	3.4
03	12	1.8	0.888	1.758	0.2"	100	8.1
					0.2"	95	4.1



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

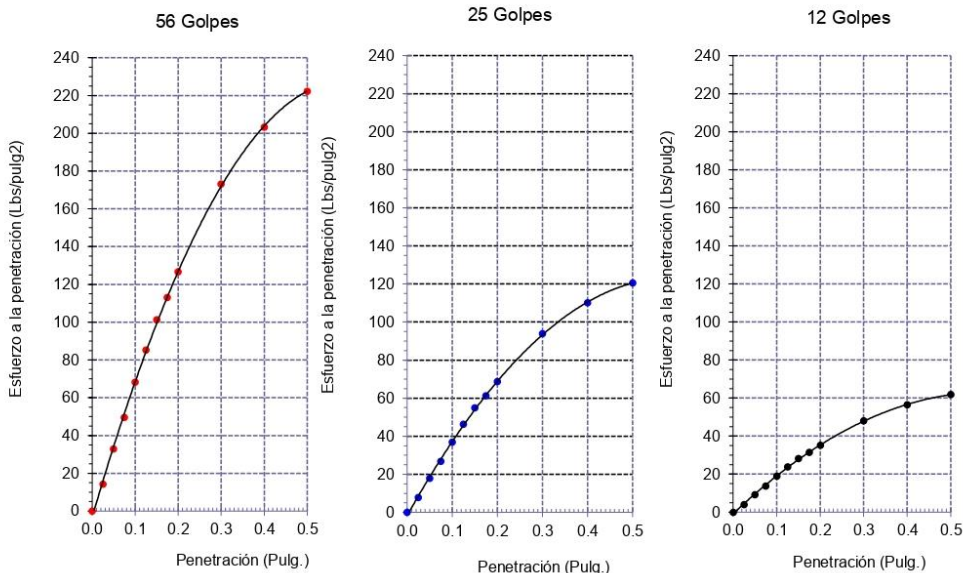
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : 1110A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Jueves, 20 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Lunes, 24 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

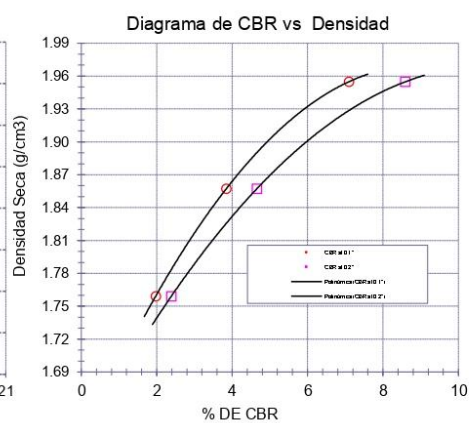
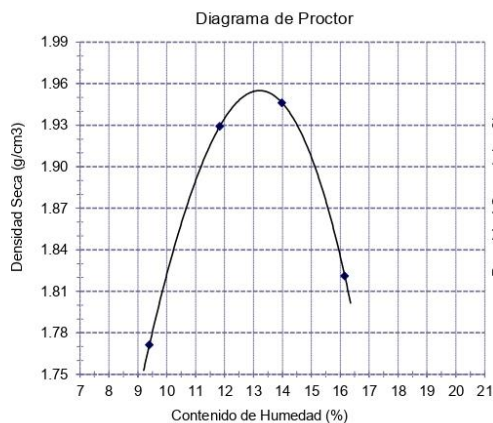
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.955 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.24 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.1	0.483	1.955	0.1"	100	7.1
02	25	3.8	0.719	1.857	0.1"	95	3.8
03	12	2.0	0.842	1.759	0.2"	100	8.6
					0.2"	95	4.7



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

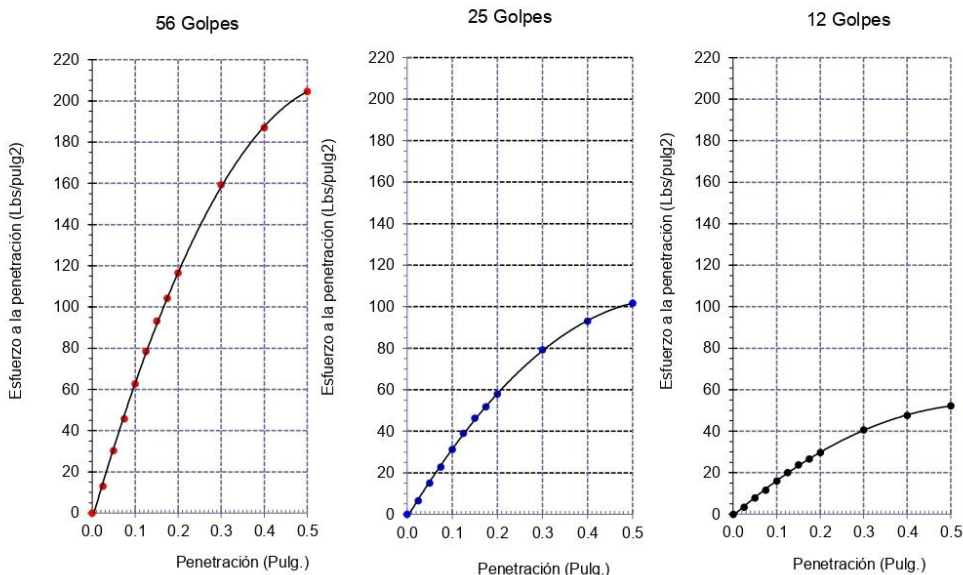
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1110A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

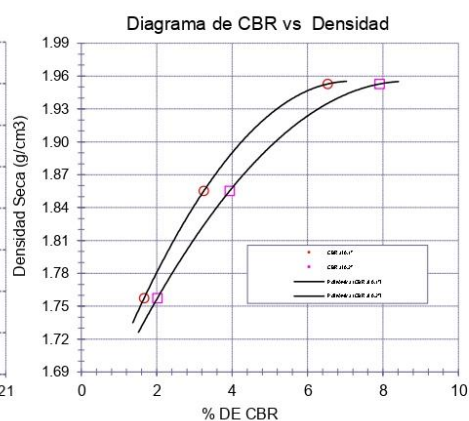
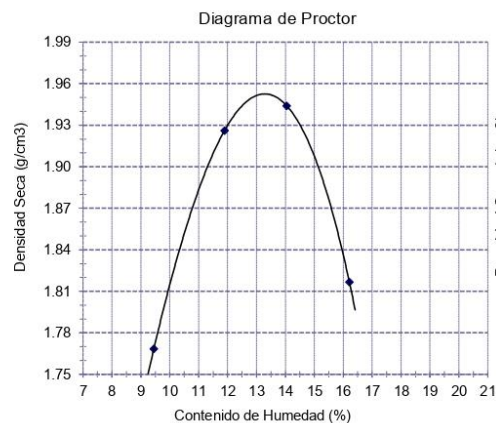
Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.953 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.29 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.5	0.492	1.953	0.1"	100	6.5
02	25	3.2	0.760	1.855	0.1"	95	3.2
03	12	1.7	0.909	1.757	0.2"	100	7.9
					0.2"	95	3.9



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

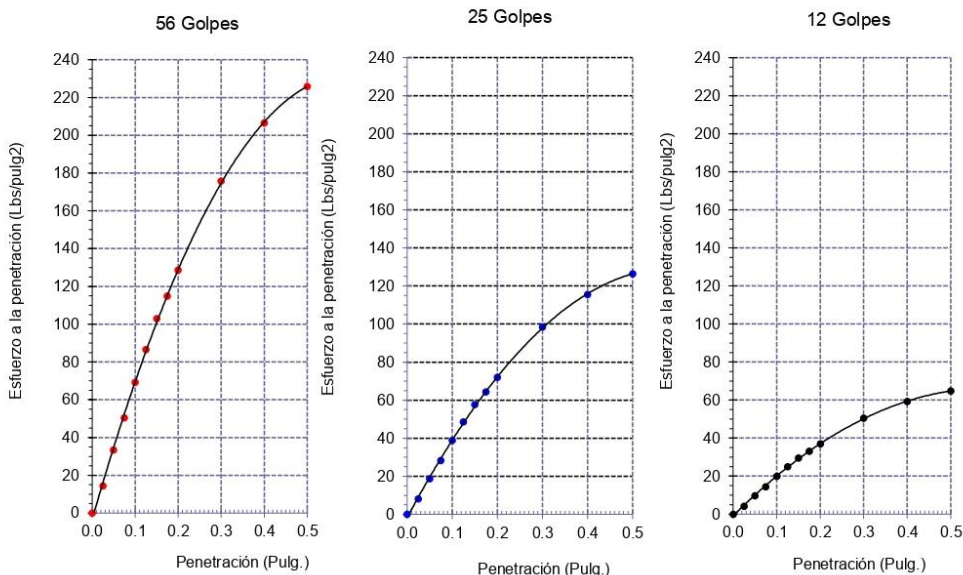
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

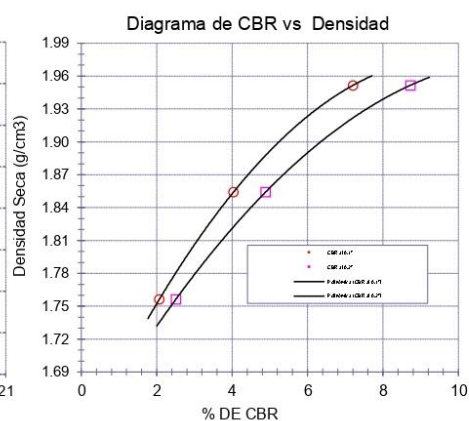
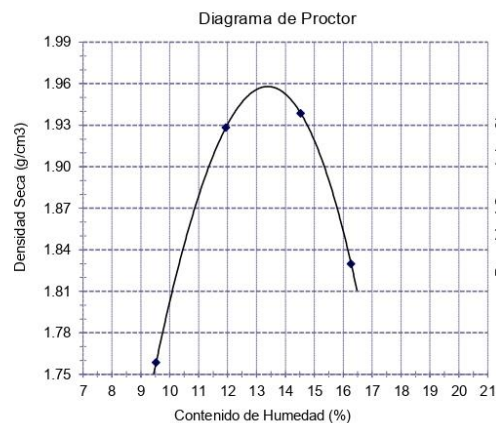
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.958 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.37 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.2	0.454	1.952	0.1"	100	7.4
02	25	4.0	0.704	1.854	0.1"	95	4.2
03	12	2.1	0.824	1.756	0.2"	100	9.0
					0.2"	95	5.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAGONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

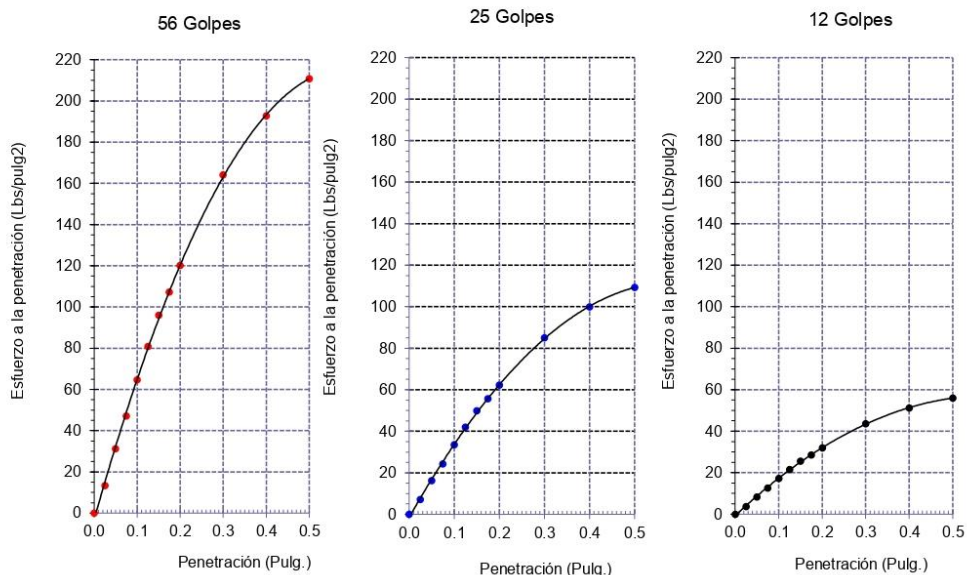
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Martes, 25 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Sábado, 29 de octubre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

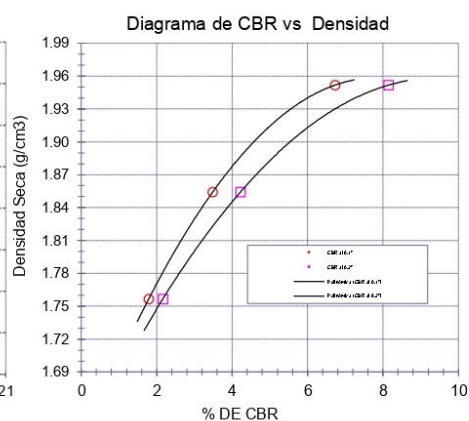
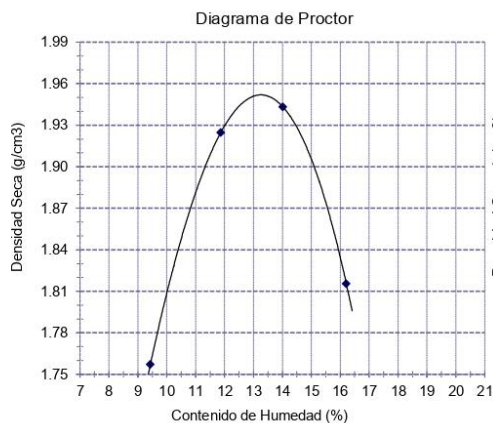
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.952 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.28 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.7	0.451	1.952	0.1"	100	6.7
02	25	3.5	0.693	1.854	0.1"	95	3.5
03	12	1.8	0.809	1.757	0.2"	100	8.2
					0.2"	95	4.2



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexos 4: Propiedades mecánicas del suelo natural + Cal

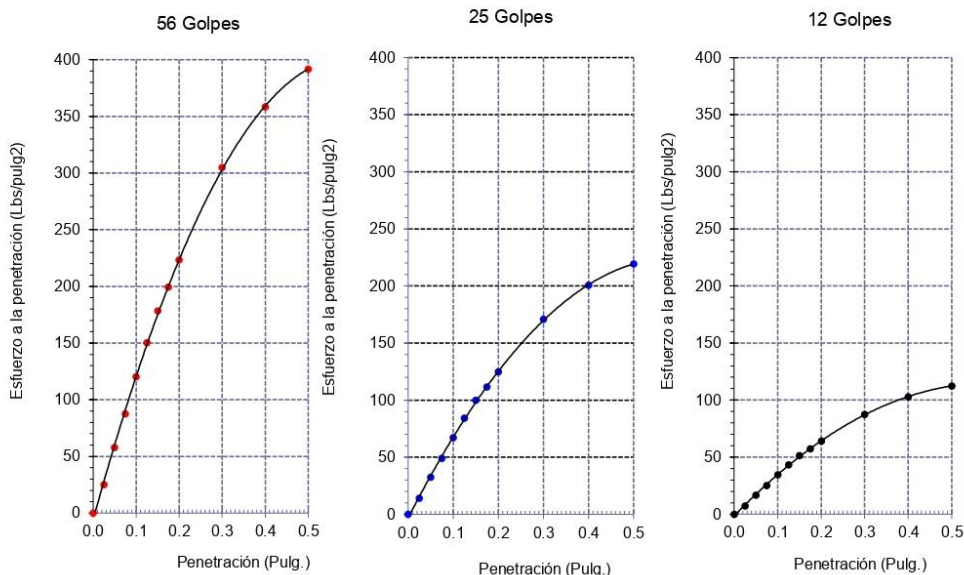
Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Domingo, 30 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Jueves, 03 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 2.5% Cal Hidratada. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Domingo, 30 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Jueves, 03 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

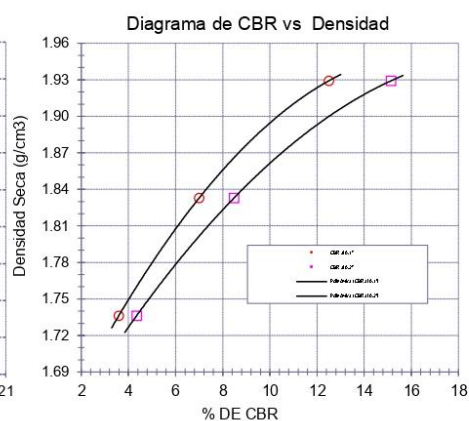
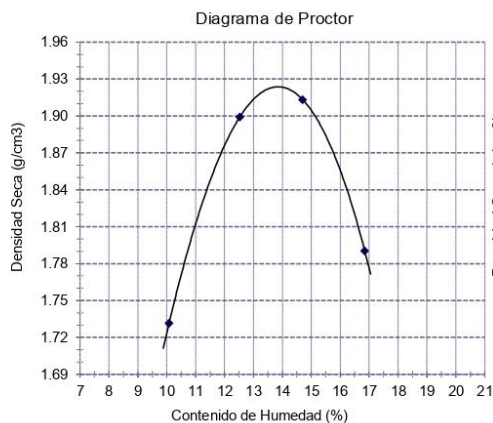
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 2.5% Cal Hidratada. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.924 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.84 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.5	0.429	1.929	0.1"	100	12.3
02	25	7.0	0.698	1.833	0.1"	95	6.8
03	12	3.6	0.821	1.736	0.2"	100	14.8
					0.2"	95	8.3



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Domingo, 30 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Jueves, 03 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

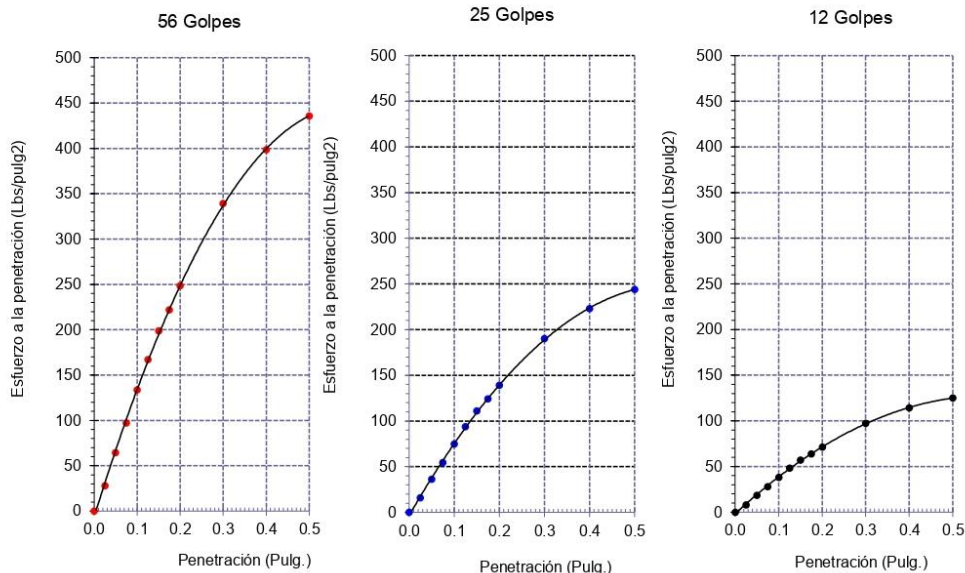
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Domingo, 30 de octubre del 2022.
 Fin de ensayo : Jueves, 03 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

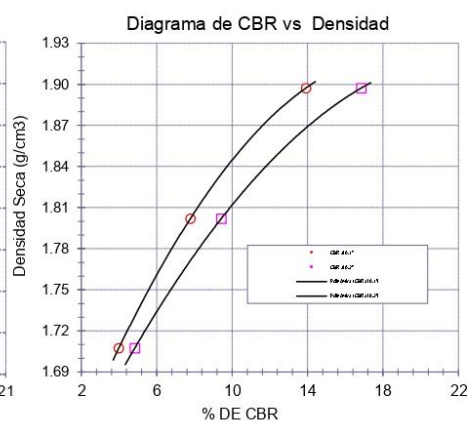
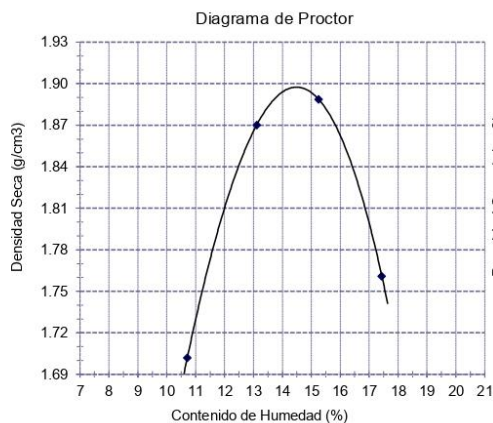
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.897 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.47 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.9	0.422	1.897	0.1"	100	13.9
02	25	7.8	0.676	1.802	0.1"	95	7.8
03	12	4.0	0.809	1.707	0.2"	100	16.9
					0.2"	95	9.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante


LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 08 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

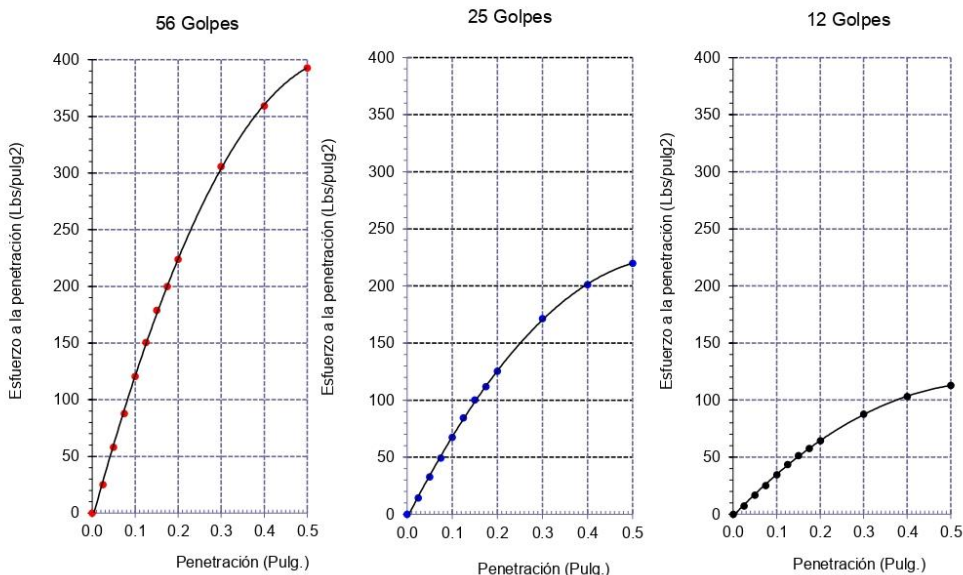
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 7.5% Cal Hidratada.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 08 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

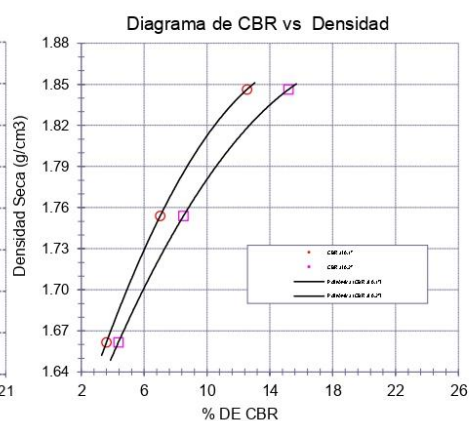
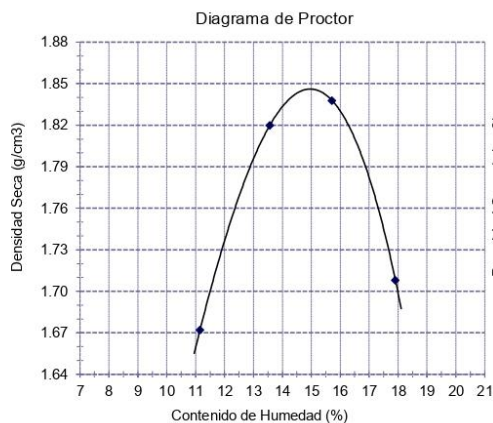
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 7.5% Cal Hidratada. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.846 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.99 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.5	0.421	1.846	0.1"	100	12.5
02	25	7.0	0.677	1.754	0.1"	95	7.0
03	12	3.6	0.810	1.662	0.2"	100	15.2
					0.2"	95	8.5



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante


LEMS W&C EIRL
 WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 08 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

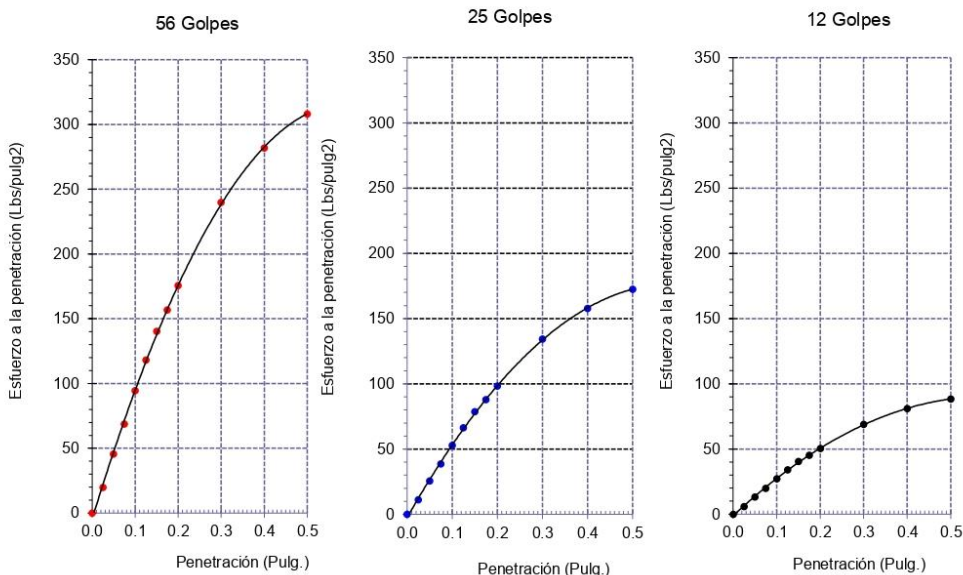
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 10.0% Cal Hidratada.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tután, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Martes, 08 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

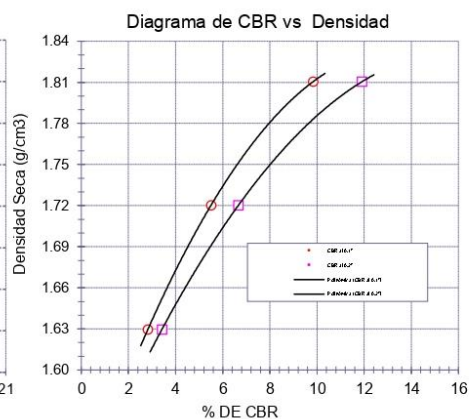
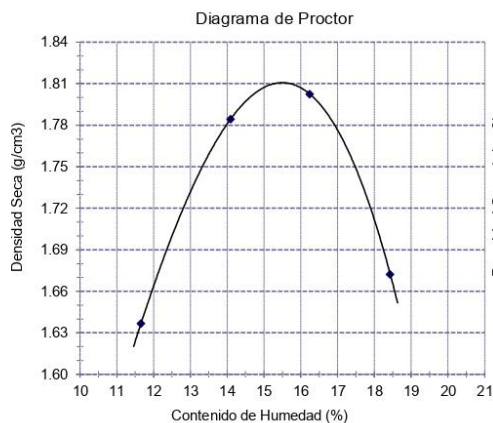
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 10.0% Cal Hidratada. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.811 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.50 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	9.8	0.440	1.810	0.1"	100	9.8
02	25	5.5	0.693	1.720	0.1"	95	5.5
03	12	2.8	0.827	1.630	0.2"	100	11.9
					0.2"	95	6.7



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexos 5: Propiedades mecánicas del suelo natural + Cáscara de Café

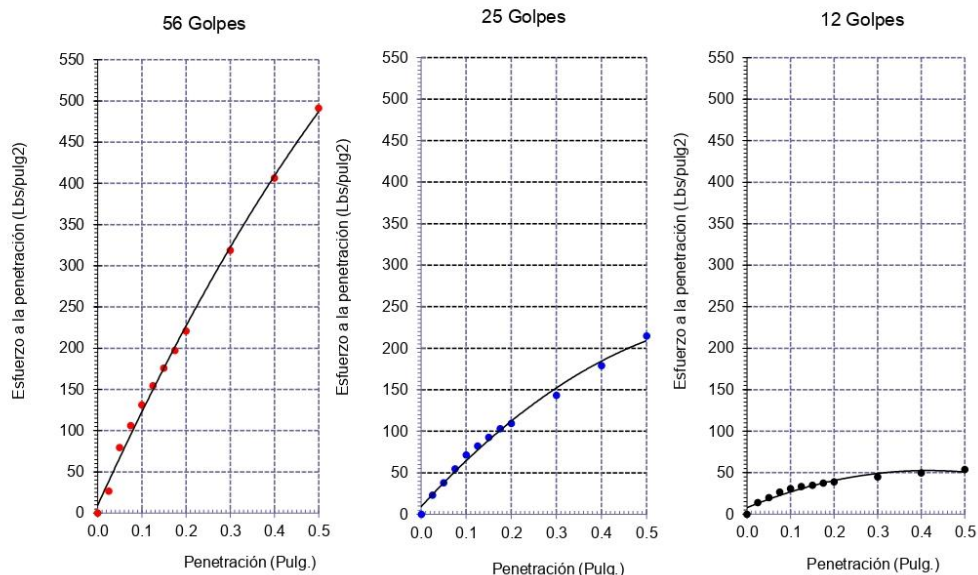
Solicitud de Ensayo : **2010A-22/LEMS W&C**
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Fecha de pago : Miércoles, 09 de noviembre del 2022.
 Fecha de emisión : Domingo, 13 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 2.5% de Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Fecha de pago : Miércoles, 09 de noviembre del 2022.
 Fecha de emisión : Domingo, 13 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

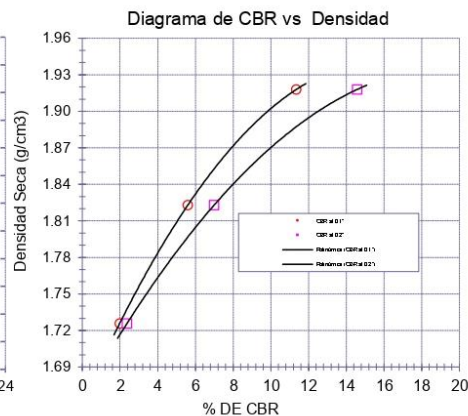
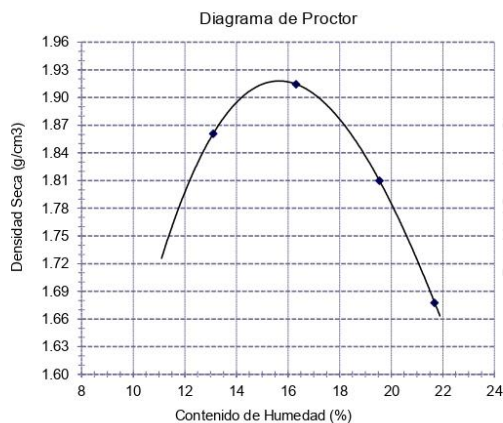
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 2.5% de Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.918 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.63 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	11.4	0.489	1.918	0.1"	100	11.4
02	25	5.6	0.757	1.823	0.1"	95	5.6
03	12	2.0	0.891	1.726	0.2"	100	14.6
					0.2"	95	7.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
Inicio de ensayo : Miércoles, 09 de noviembre del 2022.
Fin de ensayo : Domingo, 13 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

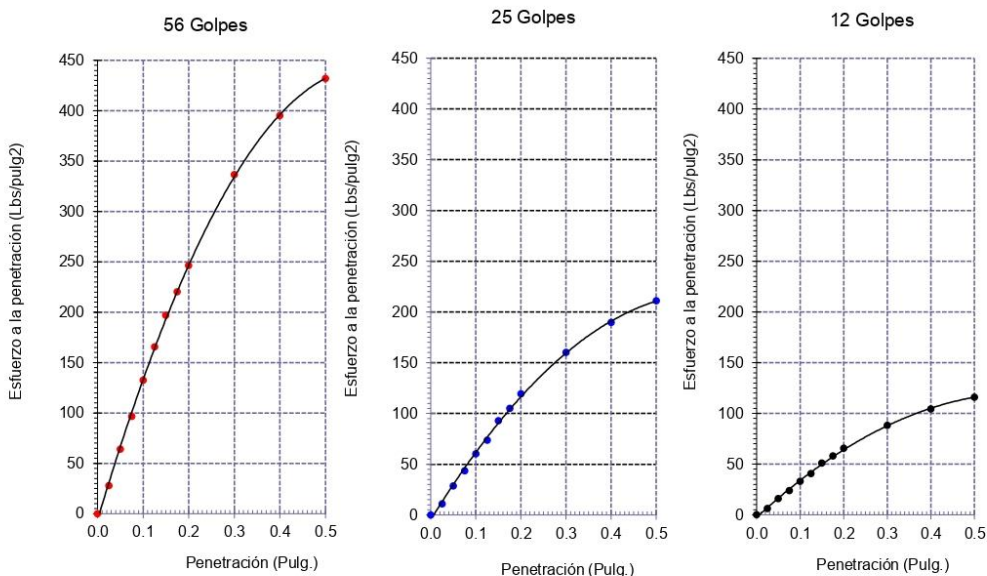
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% de Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Miércoles, 09 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Domingo, 13 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

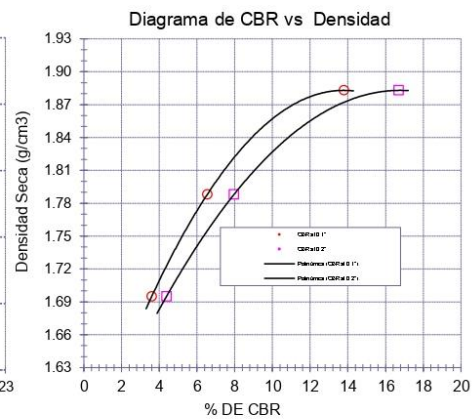
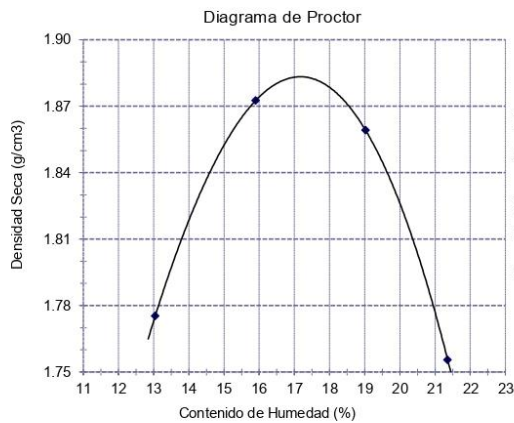
Muestra: M-1 + 5.0% de Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.883 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.14 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	13.8	0.349	1.883	0.1"	100	13.8
02	25	6.5	0.419	1.788	0.1"	95	6.6
03	12	3.6	0.579	1.695	0.2"	100	16.7
					0.2"	95	8.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 14 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 18 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

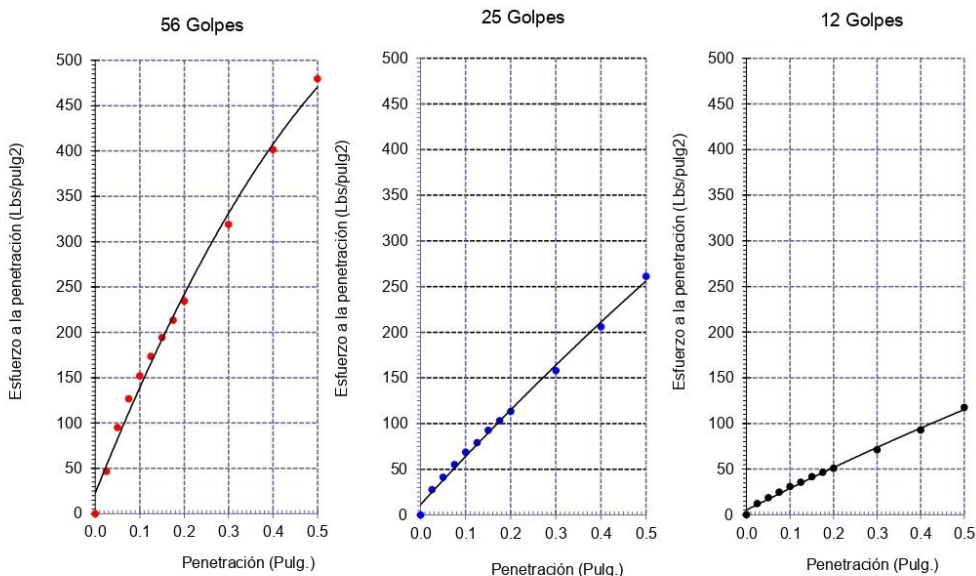
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 7.5% de Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 14 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 18 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

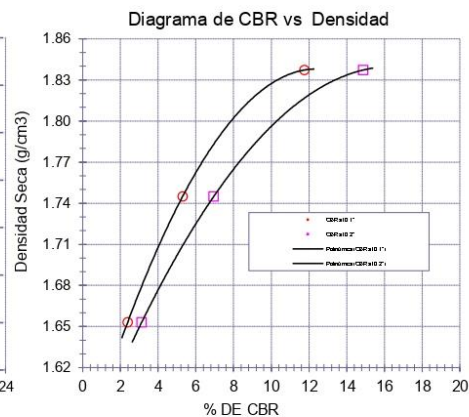
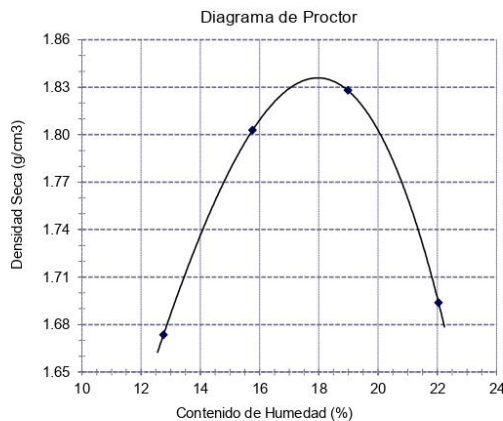
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 7.5% de Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.836 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	11.8	0.321	1.837	0.1"	100	11.7
02	25	5.3	0.409	1.745	0.1"	95	5.3
03	12	2.4	0.529	1.653	0.2"	100	14.8
					0.2"	95	6.9



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

(Pág. 01 de 02)

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C**
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 14 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 18 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145

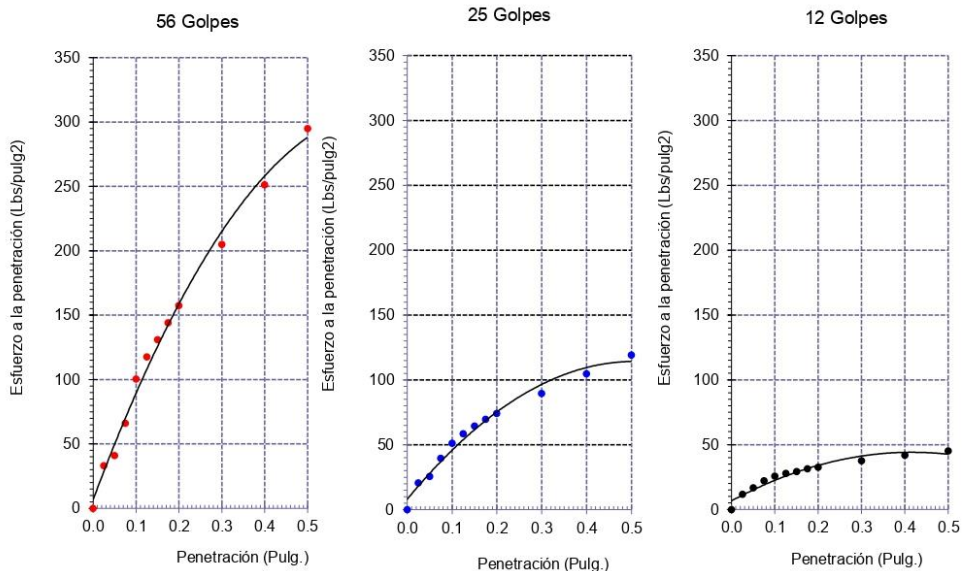
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 10.0% de Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1110A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Proyecto / Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Martes, 11 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 14 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 18 de noviembre del 2022.
 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

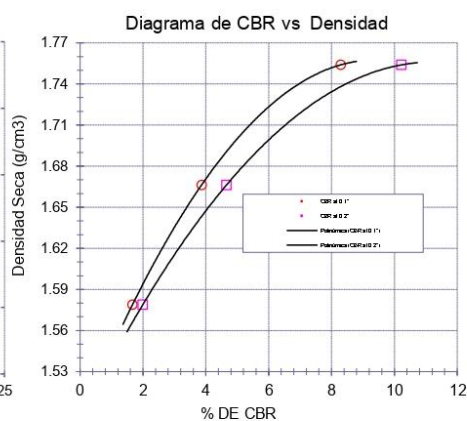
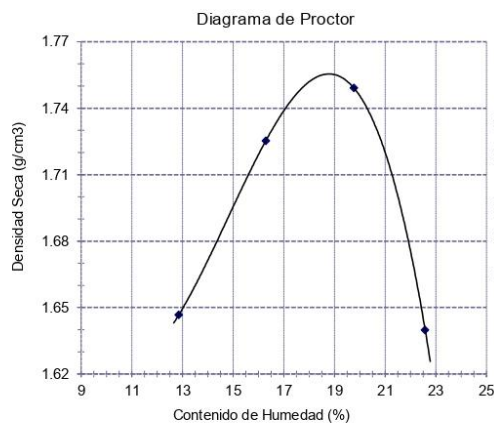
Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 10.0% de Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.755 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	18.74 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	8.3	0.489	1.754	0.1"	100	8.4
02	25	3.9	0.756	1.666	0.1"	95	3.9
03	12	1.7	0.889	1.579	0.2"	100	10.3
					0.2"	95	4.7


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexos 6: Propiedades mecánicas del suelo natural +
% optimo de Cal + % Cáscara de Café

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 21 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

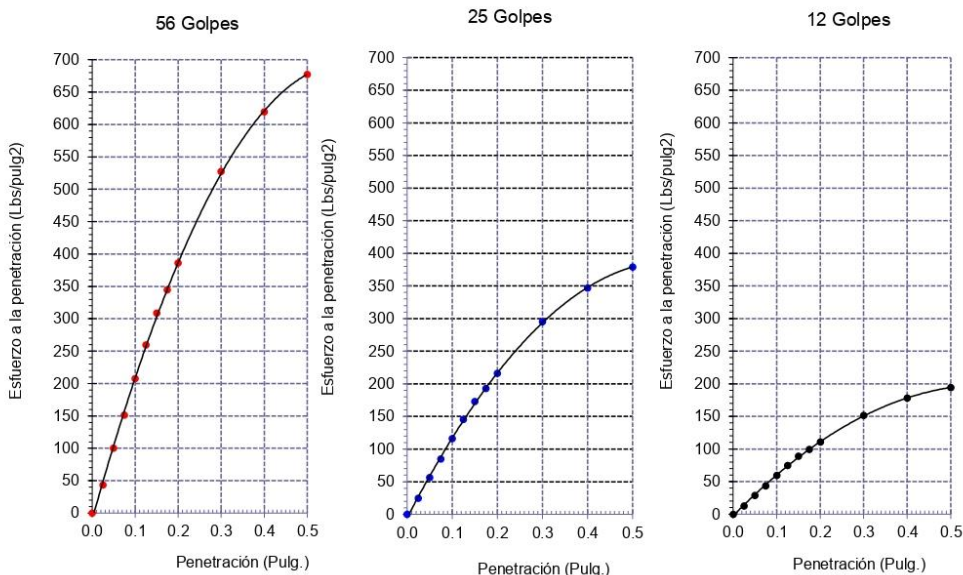
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 2.5% Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 21 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

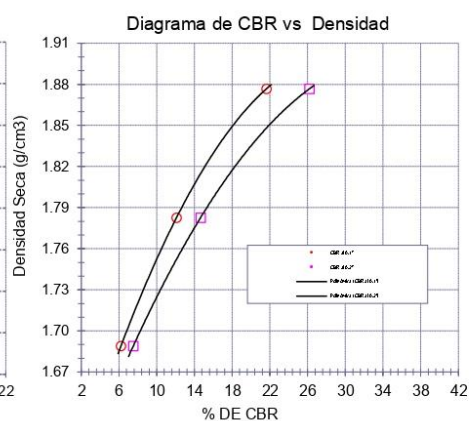
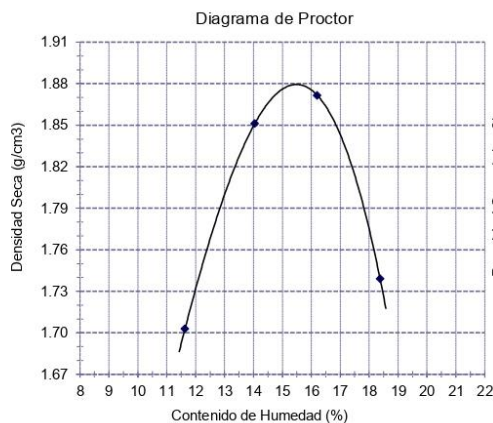
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 2.5% Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.879 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.47 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.6	0.459	1.877	0.1"	100	21.9
02	25	12.1	0.726	1.783	0.1"	95	12.3
03	12	6.2	0.849	1.689	0.2"	100	26.5
					0.2"	95	14.9



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 21 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

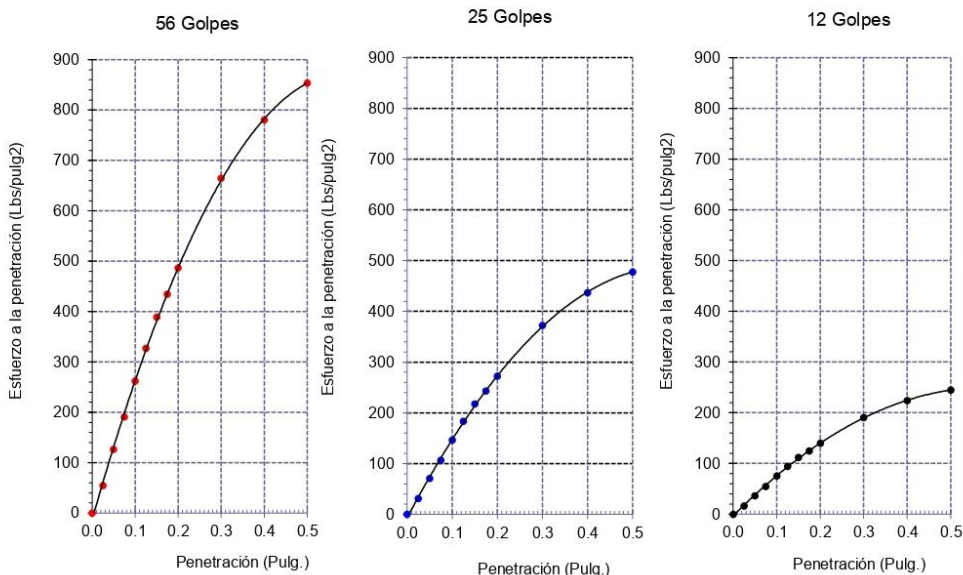
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 5.0% Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 1010A-22/LEMS W&C (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 21 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 25 de noviembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

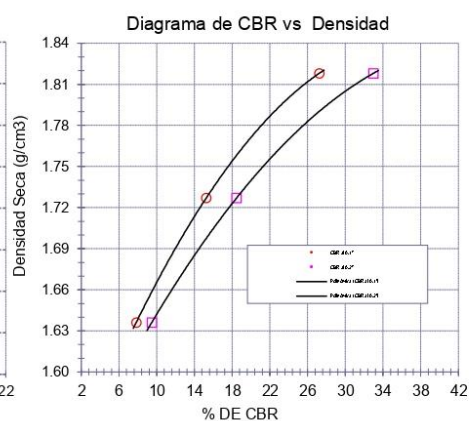
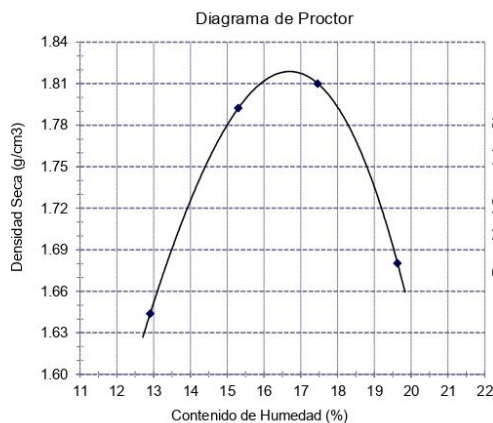
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 5.0% Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.819 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	16.67 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	27.2	0.358	1.818	0.1"	100	27.3
02	25	15.2	0.547	1.727	0.1"	95	15.3
03	12	7.8	0.695	1.636	0.2"	100	33.1
					0.2"	95	18.6



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de diciembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

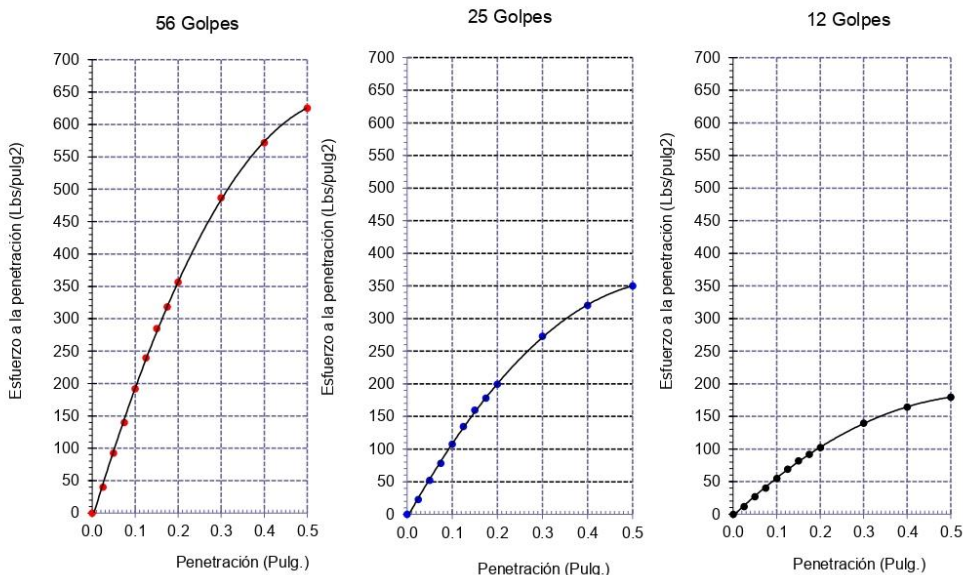
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 7.5% Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tután, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de diciembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

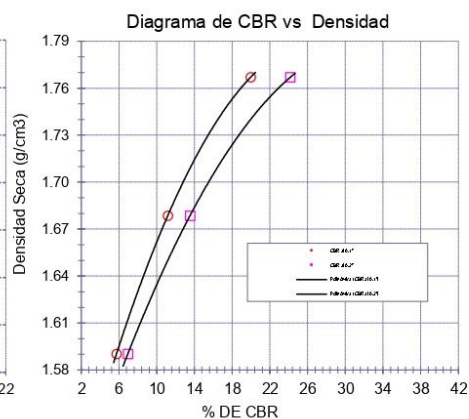
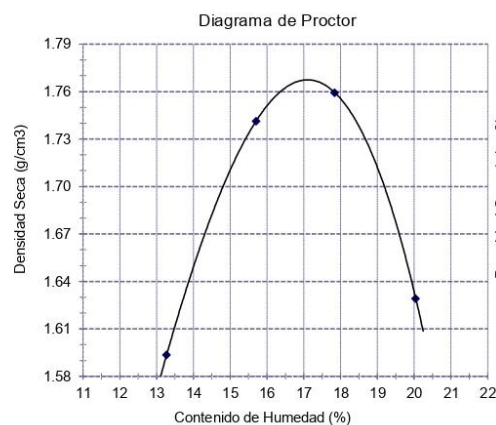
Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 7.5% Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.767 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.11 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	20.0	0.372	1.767	0.1"	100	20.0
02	25	11.2	0.549	1.679	0.1"	95	11.2
03	12	5.7	0.668	1.590	0.2"	100	24.2
					0.2"	95	13.6


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 01 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tumbán, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de diciembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

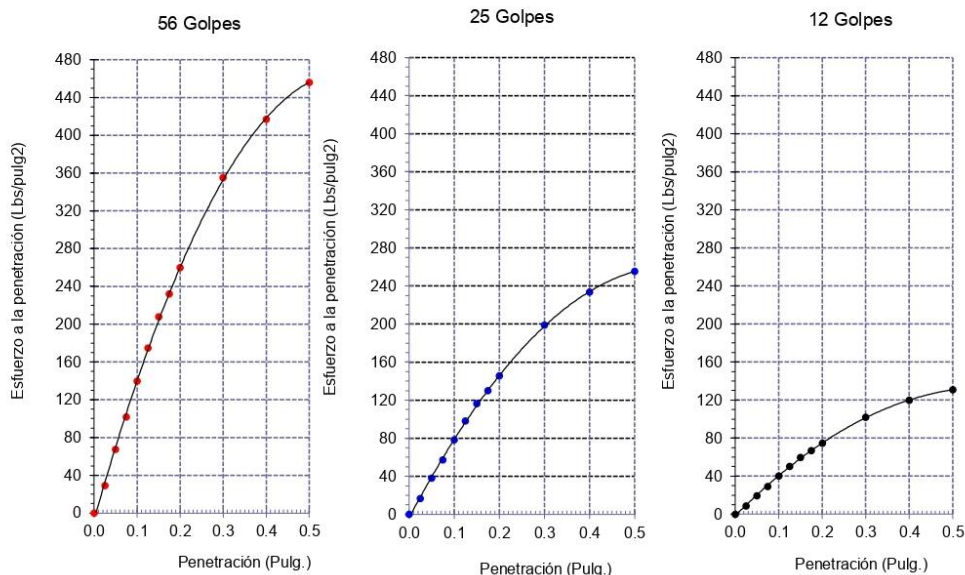
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 7.5% Cascara de Café.

Profundidad: 0.00m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **1010A-22/LEMS W&C** (Pág. 02 de 02)
 Solicitantes : GAMONAL DELGADO ESTHEFANY
 VASQUEZ CAMPOS GUSTAVO
 Obra / Proyecto : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y CÁSCARA DE CAFÉ CON FINES DE LA SUB-RASANTE".
 Ubicación : Dist. Tután, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 10 de octubre del 2022.
 Inicio de ensayo : Lunes, 28 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : Viernes, 02 de diciembre del 2022.

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

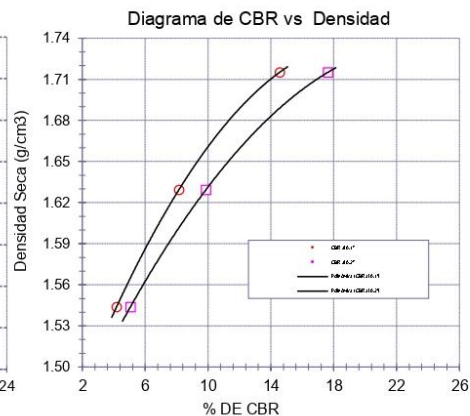
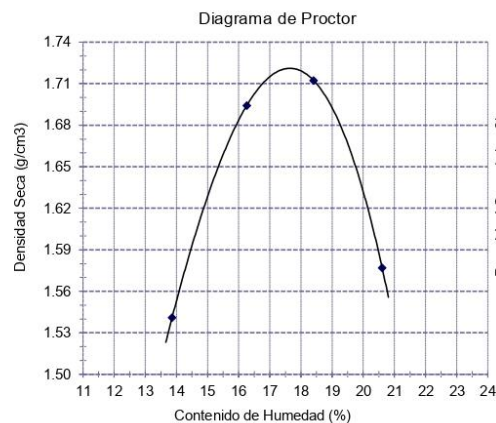
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4 Muestra: M-1 + 5.0% Cal Hidratada + 7.5% Cascara de Café. Profundidad: 0.00m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.721 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.62 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	14.6	0.460	1.715	0.1"	100	14.9
02	25	8.1	0.721	1.629	0.1"	95	8.4
03	12	4.2	0.858	1.544	0.2"	100	18.2
					0.2"	95	10.2



OBSERVACIONES :


- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

	<p>FICHA TECNICA CAL NIEVE LOSARO 33-36%</p>			<p>NO PELIGROSO</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------

DOCUMENTO: FICHA TECNICA

PRODUCTO : CAL NIEVE

DESCRIPCION :

Familia de productos químicos principalmente compuestos de hidróxido de calcio, derivado de piedra caliza (calcita), compuesto casi totalmente de carbonato de calcio o bien una mezcla de carbonato de calcio y magnesio.

CARACTERISTICAS:

Aspecto	: Polvo.	Ca(OH) ₂ (útil)	: 33 –36%
Color	: Blanco.	Retenido (M- 200):	35 – 40 %
Olor	: Inodoro.	Retenido (M- 40):	20 – 25 %

USOS :

- Para corregir el Ph de suelos ácidos.
- Tratamiento de aguas residuales.
- En preparación de morteros de albañilería.
- Para pegar ladrillos, bloques, piedras.
- Aplanados de techos, paredes y pisos.
- Para impermeabilizar
- Para pintar.
- Para ablandar el agua.

PRODUCTO NO IQBF

PRECAUCIONES :

Almacenar en lugares libre de humedad.
Es tóxico por ingestión.
Mantener fuera del alcance de los niños.

durante 10 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar al médico.

PRESENTACIÓN :

- Bolsa x 01 Kg. Paq x 20Kg
- Bolsa x 18 Kg

RECOMENDACIONES

La hoja técnica de este producto se encuentra a disposición del interesado, solicitarla a Servicio al Cliente, teléfono 01 719 6166 / 01 719 6167

PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua

CORPORACIÓN INDUSTRIAL LOSARO S.A.C.

DIRECCION DEL PROVEEDOR: CALLE STA ANA 130, CHACRA CERRO – COMAS
TELEFONO DEL PROVEEDOR : 01 719-6166/ 01 719-6167

Anexos 7: Autorización para el recojo de información

Anexos 8: Calibración de equipos

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

- 1. Expediente** 0117-2022
- 2. Solicitante** LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
- 3. Dirección** CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
- 4. Equipo** HORNO
- Alcance Máximo** 300 °C
- Marca** QL
- Modelo** NO INDICA
- Número de Serie** NO INDICA
- Procedencia** NO INDICA
- Identificación** LT-012
- Ubicación** NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMOSTATO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977.997.385 - 913.028.621
☎ 913.028.622 - 913.028.623
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOP.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	19.9
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 T.MAX : Temperatura máxima.
 T.MIN : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623
 ☎ 913 028 624

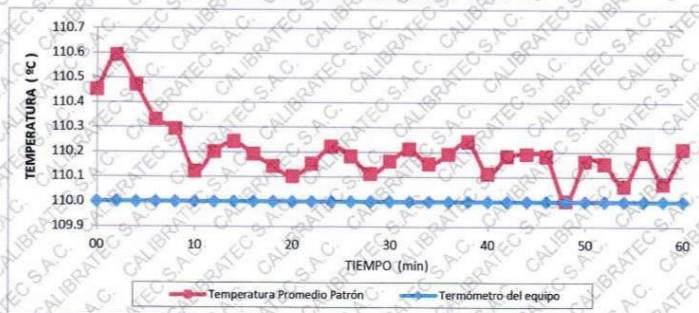
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ comercial@calibratec.com.pe
 🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

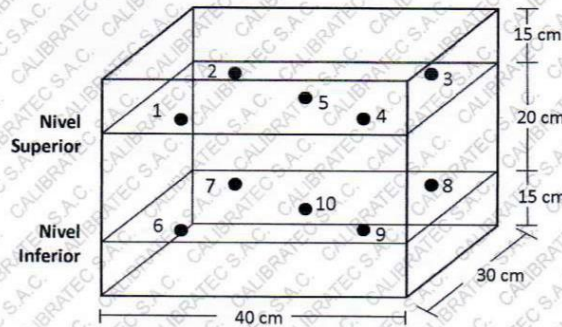
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Area de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE
LOS MILAGROS CHICLAYO
LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 1 g

Clase de exactitud III

Marca OHAUS

Modelo R31P30

Número de Serie 8336460679

Capacidad mínima 20 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

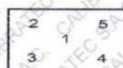
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
	Diferencia Máxima		1,600	Diferencia Máxima		1,600
	Error Máximo Permissible		± 3,000	Error Máximo Permissible		± 3,000

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
	Error máximo permisible								± 3,000

* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **0117-2022**
2. Solicitante **LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.**
3. Dirección **CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE**
4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**
 - Capacidad Máxima **2000 g**
 - División de escala (d) **0.01 g**
 - Div. de verificación (e) **0.1 g**
 - Clase de exactitud **III**
 - Marca **AMPUT**
 - Modelo **457**
 - Número de Serie **NO INDICA**
 - Capacidad mínima **0.2 g**
 - Procedencia **NO INDICA**
 - Identificación **NO INDICA**
5. Fecha de Calibración **2022-01-21**

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📄 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0	
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6	
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8	
					Error máximo permisible					200

* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☑ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo PRENSA MULTIUSOS

Capacidad 5000 kgf

Marca FORNEY

Modelo 7691F

Número de Serie 2491

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca OHAUS

Modelo DEFENDER 300

Número de Serie NO INDICA

Resolución 0.1 kgf

Ubicación NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📍 CALIBRATEC SAC

Area de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Anexos 9: Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del instrumento Alfa de Cronbach

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE ANÁLISIS DEL
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y FIBRAS DE
CÁSCARAS DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE.**

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,764	16

		Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Máxima Densidad Seca		,832	,766
Contenido Humedad	Suelo	,905	,752
Expansión		,819	,766
CBR		,817	,728
Máxima Densidad Seca		,845	,764
Contenido Humedad	Suelo+Cal hidratada	,808	,742
Expansión		,832	,766
CBR		,966	,719
Máxima Densidad Seca		,805	,765
Contenido Humedad	Suelo+Cáscara de Café	,814	,758
Expansión		,981	,766
CBR		,971	,668
Máxima Densidad Seca		,896	,763
Contenido Humedad	Suelo+Cal hidratada+Cáscara de Café	,794	,733
Expansión		,981	,766
CBR		,969	,829

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		22.657	3	7.552		
Intra sujetos	Entre elementos	2630.616	15	175.374	98.515	<.001
	Residuo	80.108	45	1.780		
Total	Total	2710.724	60	45.179		
		2733.381	63	43.387		

Media global
= 6.9286

En las tablas se observa que, el instrumento sobre la Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante es válido (correlaciones de Pearson superan el valor de 0.30 y el valor de la prueba de análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$ y confiable (el valor de consistencia Alfa de Cronbach es mayor a 0.70).


 Luis Arturo Montenegro Canacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Anexos 10: Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del instrumento Aiken

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN SUELO ADICIONANDO CAL Y FIBRAS DE CÁSCARAS DE CAFÉ CON FINES DE LA SUBRASANTE.

CLARIDAD				
	Proctor modificado		Ensayo de CBR	
	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
JUEZ 01	1	1	1	1
JUEZ 02	1	0	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	0	1
JUEZ 05	1	1	1	1

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

S = Suma de valoración de todos los expertos por ítems.
n = Numero de expertos que participaron en el estudio
c = Numero de niveles de la escala de valoración utilizada.

	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
(S)	5	4	4	5
(N)	5			
(C)	2			
V de Aiken por ensayo	1	0.80	1	1

CLARIDAD	
V de Aiken por criterio	0.90

CONTEXTO				
	Proctor modificado		Ensayo de CBR	
	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
JUEZ 01	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	0
JUEZ 05	1	1	1	1

	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
(S)	5	5	5	4
(N)	5			
(C)	2			
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1

CONTEXTO	
V de Aiken por criterio	0.95

CONGRUENCIA				
	Proctor modificado		Ensayo de CBR	
	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
JUEZ 01	1	0	1	1
JUEZ 02	1	1	0	1
JUEZ 03	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1

	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
(S)	5	4	4	5
(N)	5			
(C)	2			
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1

CONGRUENCIA	
V de Aiken por criterio	0.90

DOMINIO DEL CONSTRUCTO				
	Proctor modificado		Ensayo de CBR	
	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
JUEZ 01	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	0	1

	Máxima Densidad Seca	Contenido de humedad	Expansión	Índice de CBR
(S)	5	5	4	5
(N)	5			
(C)	2			
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1

DOMINIO DEL CONSTRUCTO	
V de Aiken por criterio	0.95

V de Aiken del cuestionario	0.93
-----------------------------	------

En las Tablas se observa que el instrumento utilizado para la investigación sobre el "Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante" es válido (este coeficiente puede obtener valores de 0 a 1, a medida que va aumentando el valor de computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido).


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 C/ESPE 262

Anexos 11: Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos

Colegiatura N° 30694.

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
SALINAS VÁSQUEZ NESTOR RAÚL	DOCENTE USS.	Proctor modificado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima Densidad Seca. ▪ Contenido de humedad. Ensayo de CBR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión. ▪ Índice de CBR. 	Esthefany Maryory Gamonal Delgado. Gustavo Ronaldo Vásquez Campos.
Título de la Investigación: Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Máxima Densidad Seca	A	Conforme
Contenido de humedad	A	Conforme
Expansión	A	Conforme
Índice de CBR	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Suelos								
1	Máxima Densidad Seca	X		X		X		X	
2	Contenido de humedad	X		X			X	X	
3	Expansión	X		X		X		X	
4	Índice de CBR	X		X		X		X	


Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si presenta suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de
corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: *SALINAS VAZQUEZ NESTOR RAUL*

Especialidad: Ingeniero Civil



NESTOR SALINAS VAZQUEZ

Juez
Experto

Colegiatura N° 75063

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Villegas Granados Luis Mariano	Docente USS.	Proctor modificado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima Densidad Seca. ▪ Contenido de humedad. Ensayo de CBR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión. ▪ Índice de CBR. 	Esthefany Maryory Gamonal Delgado. Gustavo Ronaldo Vásquez Campos.
Título de la Investigación: Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Máxima Densidad Seca	A	Conforme
Contenido de humedad	A	Conforme
Expansión	A	Conforme
Índice de CBR	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Suelos								
1	Máxima Densidad Seca	X		X		X		X	
2	Contenido de humedad		X	X		X		X	
3	Expansión	X		X			X	X	
4	Índice de CBR	X		X		X		X	

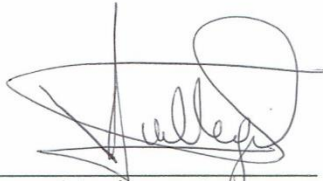
Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si presenta suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de
corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: *Villegas Granados Luis Mariano.*

Especialidad: Ingeniero Civil



Luis Mariano Villegas Granados.
Juez
Experto

Colegiatura N° 246890

Ficha de validación según AiKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
LARRAIN CUSTODIO ROGGER FABIAN	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	Proctor modificado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima Densidad Seca. ▪ Contenido de humedad. Ensayo de CBR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión. ▪ Índice de CBR. 	Esthefany Maryory Gamonal Delgado. Gustavo Ronaldo Vásquez Campos.
Título de la Investigación: Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Máxima Densidad Seca	A	Conforme
Contenido de humedad	A	Conforme
Expansión	A	Conforme
Índice de CBR	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Suelos								
1	Máxima Densidad Seca	X		X		X		X	
2	Contenido de humedad	X		X		X		X	
3	Expansión	X		X		X		X	
4	Índice de CBR	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si presenta suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de
corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: ROGGER FABIAN LARRAIN
CUSTODIO

Especialidad: Ingeniero Civil



Juez
Experto

Colegiatura N° 29917

Ficha de validación según Aiken

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
LARRAIN TELLO JOSE MANUEL	INDEPENDIENTE	Proctor modificado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima Densidad Seca. ▪ Contenido de humedad. Ensayo de CBR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión. ▪ Índice de CBR. 	Esthefany Maryory Gamonal Delgado. Gustavo Ronaldo Vásquez Campos.
Título de la Investigación: Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Máxima Densidad Seca	A	Conforme
Contenido de humedad	A	Conforme
Expansión	A	Conforme
Índice de CBR	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Suelos								
1	Máxima Densidad Seca	X		X		X		X	
2	Contenido de humedad	X		X		X		X	
3	Expansión		X	X		X		X	
4	Índice de CBR	X			X	X		X	


Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si presenta suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de
corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: LARRAIN TELLO JOSE MANUEL

Especialidad: Ingeniero Civil



Juez
Experto

Colegiatura N° 320505

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Jhon Biller Esquivel Vásquez	Gestión Pública Municipalidad Pocualca.	Proctor modificado: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima Densidad Seca. ▪ Contenido de humedad. Ensayo de CBR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión. ▪ Índice de CBR. 	Esthefany Maryory Gamonal Delgado. Gustavo Ronaldo Vásquez Campos.
Título de la Investigación: Análisis del Comportamiento Mecánico de un Suelo Adicionando Cal y Fibras de Cáscaras de Café con Fines de la Subrasante.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Máxima Densidad Seca	A	Conforme
Contenido de humedad	A	Conforme
Expansión	A	Conforme
Índice de CBR	A	Conforme

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
	Suelos								
1	Máxima Densidad Seca	X		X		X		X	
2	Contenido de humedad	X		X		X		X	
3	Expansión	X		X		X			X
4	Índice de CBR	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si presenta suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de
corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: *Jhon Biller Esquén Vásquez*

Especialidad: Ingeniero Civil

J. Esquén

Juez
Experto

Anexos 12: Panel Fotográfico



Imagen 1: Delineado de las Calicatas



Imagen 2: Recolección de suelo de las calicatas N°1

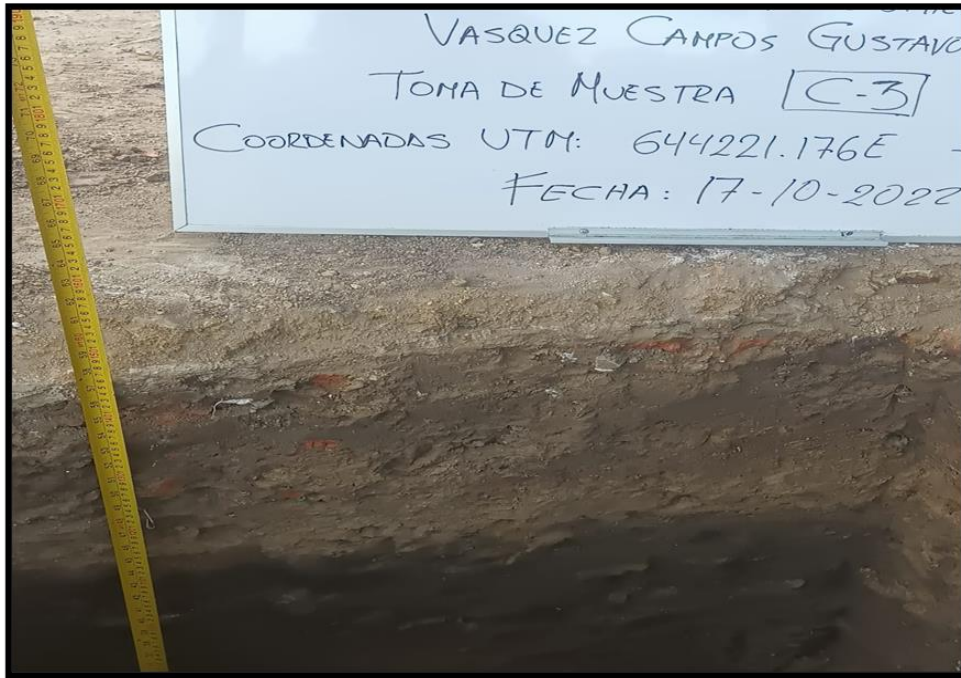


Imagen 3: Medida de profundidad del terreno con coordenadas UTM y fecha



Imagen 4: Recolección, trituration y secado de la muestra de suelo



Imagen 5: Se realiza el triturado de la muestra para posteriormente pasar por la malla N°4.



Imagen 6: Pesado de muestras de suelo, 500g más tara para luego ser llevado al horno.



Imagen 7: Lavado de muestra por la malla N°200 después de salir del horno, para luego volver a ingresar al horno por 24 hrs y posteriormente realizar el ensayo de granulometría.



Imagen 8: Muestra colocadas en el horno.



Imagen 9: Muestra de suelo para ensayo de granulometría.



Imagen 10: Mallas estándares para realizar la granulometría.



Imagen 11: Una vez realizada el zarandeo procede a pesarse en una balanza gramera el suelo retenido que va quedando en cada malla respectiva.



Imagen 12: Tamizado en la malla N°40 para el límite plástico.



Imagen 13: Preparación de muestras de suelo de cada calicata para realizar ensayos de límites de Atterberg.



Imagen 14: Muestras ya saturados con agua destilada para su trabajabilidad.



Imagen 15: Ensayo de límite líquido haciendo uso de la Copa de Casagrande en intervalos entre 15 y 35 golpes.



Imagen 16: Una vez realizada el ensayo limite líquido se procede a tomar muestras de suelo de las paredes del surco donde se cerró.



Imagen 17: Posteriormente de los ensayos del límite líquido se procede a colocar al horno.



Imagen 18: Ensayo del límite plástico.



Imagen 19: Muestras retiradas del horno tanto del ensayo límite líquido y ensayo límite plástico y posteriormente se procede a pesar.



Imagen 20: Embolsando y pesado de las muestras de suelo.



Imagen 21: Muestras de suelo embolsadas para realizar ensayos de CBR y Proctor.



Imagen 22: Se combina 500ml de agua con la proporción de suelo patrón 2500 g, después se realiza la saturación hasta obtener una muestra uniforme y el ensayo Proctor.



Imagen 23: Una vez realizada la compactación se procede a nivelar la muestra a la altura del molde y posteriormente se pesa.



Imagen 24: Se realiza el peso de la muestra en 3 niveles (centro, medio y final) del Proctor para luego colocarlos en el horno.



Imagen 25: Se realiza el mezclado haciendo uso de la muestra con su respectivo porcentaje de la cal y agua.



Imagen 26: Se realiza el compactado en los 3 niveles del ensayo de CBR.



Imagen 27: Se realiza el peso de la muestra.



Imagen 28: Se coloca la carga en el molde del ensayo de CBR



Imagen 29: Se realiza la saturación.



Imagen 30: Se realiza el ensayo de pistón de penetración mediante la prensa CBR y tomar las lecturas de la curva.



Imagen 31: Una vez saturadas se toma 3 muestras (inicio, medio y final), se coloca en taras para luego pesar y llevar horno.



Imagen 32: Se procede a colocar en el horno.