



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad
incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable,
Yauyos – Lima.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Huaman Armaulia, Pedro (orcid.org/0000-0001-7678-4890)

ASESOR:

MSc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA-PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por guiarme en mi camino, a mis padres Maritza Armaulia Jerónimo y Pedro Huaman Mariñas por la educación en todo este trayecto y también a mis hermanos, Liz, Leslie, Hans, Yoshelin y a mi novia Ashley por sus consejos reiterativos y apoyo incondicional a no rendirme y continuar adelante.

Pedro Huaman

Agradecimiento

Agradecer a todo el círculo de personas que me rodean, las cuales me ayudaron y motivaron en el proceso de desarrollo de la investigación. En primer lugar, agradecer a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, por ayudarme en el desarrollo formativo profesional, en segundo lugar, agradecer al ingeniero asesor M. Sc Clemente Condori, Luis Jimmy quien fue quien me encamino en el desarrollo de la tesis y en tercer lugar a mis padres por el constante apoyo en distintos ámbitos de la investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	ix
Índice de abreviaturas	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
I. INTRODUCCIÓN:	16
II. MARCO TEÓRICO	23
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	34
3.2. Variables y operacionalización	35
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	37
3.5. Procedimientos:	37
3.6. Métodos de análisis de datos:	52
3.7. Aspectos éticos:	52
IV. RESULTADOS	53
V. DISCUSIÓN	104
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES	107
REFERENCIAS	108
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Clasificación de Símbolos de grupos según SUCS</i>	32
Tabla 02. <i>Categoría de la subrasante</i>	33
Tabla 03. <i>Porcentaje de adición de PET</i>	34
Tabla 04. <i>Ubicación de calicatas N°1 y 2</i>	38
Tabla 05. <i>Abertura de los tamices</i>	41
Tabla 06. <i>Penetraciones de prensa CBR</i>	52
Tabla 07. <i>Resultado de contenido de humedad – (C-1 y C-2)</i>	54
Tabla 08. <i>Resultado de ensayo granulométrico – (C-1, M-1)</i>	55
Tabla 09. <i>Resultado de ensayo granulométrico – (C-2, M-1)</i>	55
Tabla 10. <i>Resumen de análisis – Composición física de suelo (C-1, M-1)</i>	56
Tabla 11. <i>Resumen de análisis – Clasificación del suelo (C-1, M-1)</i>	57
Tabla 12. <i>Resumen de análisis – Composición física de suelo (C-2, M-1)</i>	57
Tabla 13. <i>Resumen de análisis – Clasificación del suelo (C-2, M-1)</i>	58
Tabla 14. <i>Resultados de L.C. – (C-1 y C-2)</i>	60
Tabla 15. <i>Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2)</i>	61
Tabla 16. <i>Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2)</i>	62
Tabla 17. <i>Ensayo de Soporte de california – ASTM D1883, C-1, M-1</i>	63
Tabla 18 <i>Ensayo de Soporte de california – ASTM D1883, C-2, M-1</i>	64
Tabla 19. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1)</i>	65
Tabla 20. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1)</i>	66
Tabla 21. <i>Resultados de corte directo – (C-1, M-1) y (C-2, M-1)</i>	67
Tabla 22. <i>Resultados de límites de consistencia – (C-1 y C-2) + 3%, 5% y 7% de cerdas de fibra</i>	69

Tabla 23. <i>Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 3% de cerdas de fibra</i>	70
Tabla 24. <i>Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 5% de cerdas de fibra.</i>	71
Tabla 25. <i>Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 7% de cerdas de fibra</i>	72
Tabla 26. <i>Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 3% de cerdas de fibra</i>	73
Tabla 27. <i>Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 5% de cerdas de fibra</i>	74
Tabla 28. <i>Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 7% de cerdas de fibra</i>	75
Tabla 29. <i>Ensayo de Soporte de california C-1 + 3% de Cerdas de Fibra</i>	76
Tabla 30. <i>Ensayo de Soporte de california C-2 + 3% de Cerdas de Fibra</i>	77
Tabla 31. <i>Ensayo de Soporte de california C-1 + 5% de Cerdas de Fibra</i>	78
Tabla 32. <i>Ensayo de Soporte de california C-2 + 5% de Cerdas de Fibra</i>	79
Tabla 33. <i>Ensayo de Soporte de california C-1 + 7% de Cerdas de Fibra</i>	81
Tabla 34. <i>Ensayo de Soporte de california C-2 + 7% de Cerdas de Fibra</i>	82
Tabla 35. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra</i>	84
Tabla 36. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra</i>	84
Tabla 37. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra</i>	86
Tabla 38. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra</i>	86
Tabla 39. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra</i>	87
Tabla 40. <i>Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra</i>	88
Tabla 41. <i>Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 3% de Cerdas de Fibra</i>	88
Tabla 42. <i>Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 5% de Cerdas de Fibra</i>	89

Tabla 43. <i>Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 7% de Cerdas de Fibra.....</i>	89
Tabla 44. <i>Resultados de resistencia al corte en las muestras C-1 y C-2.....</i>	95
Tabla 45. <i>Relación fibra – ángulo de fricción.....</i>	96
Tabla 46. <i>VARIABLES vinculadas al CBR de C-1 y C-2.....</i>	100
Tabla 47. <i>VARIABLES vinculadas a límites de consistencia C-1 y C-2.....</i>	102
Tabla 48. <i>Matriz de operacionalización.....</i>	114
Tabla 49. <i>Matriz de consistencia.....</i>	115
Tabla 50. <i>Clasificación de suelos según SUCS.....</i>	116

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Trocha carrozable arcillosa	16
<i>Figura 02.</i> Carretera a Ayavirí – “Hoisca, Tierra Amarilla	17
<i>Figura 03.</i> Carretera hacia Ayavirí	18
<i>Figura 04.</i> Ruta Ayavirí - Yauyos – Lima 04.....	21
<i>Figura 05.</i> Ruta Ayavirí - Yauyos – Lima 05.....	22
<i>Figura 06.</i> Ubicación de la provincia de Yauyos.....	22
<i>Figura 07.</i> Proceso de formación de los suelos.....	28
<i>Figura 08.</i> Suelo de subrasante natural	29
<i>Figura 09.</i> Deformación vertical y Esfuerzo Desviador.....	29
<i>Figura 10.</i> Curva granulométrica.....	30
<i>Figura 11.</i> Calicata, proceso de excavación 01.....	38
<i>Figura 12.</i> Calicata, proceso de excavación 02.....	39
<i>Figura 13.</i> Calicata, proceso de excavación 03.....	39
<i>Figura 14.</i> Calicata, proceso de excavación 04.....	40
<i>Figura 15.</i> Curva granulométrica	40
<i>Figura 16.</i> Técnica del cuarteo para clasificación.....	41
<i>Figura 17.</i> Lavado de material.....	42
<i>Figura 18.</i> Secado de muestra en horno.....	42
<i>Figura 19.</i> Tamizado de muestras	43
<i>Figura 20.</i> Pasta para hallar Limite Liquido y plástico.....	43
<i>Figura 21.</i> Ensayo de limite liquido – Copa Casagrande	44
<i>Figura 22.</i> Muestra ensayada – Copa Casagrande.....	44

<i>Figura 23.</i> Formula de contenido de humedad.	45
<i>Figura 24.</i> Límite plástico, muestra de 3.2 mm de espesor agrietado	45
<i>Figura 25.</i> Proctor para CBR, tamizado por malla $\frac{3}{4}$ ".....	46
<i>Figura 26.</i> Proctor para CBR, material húmedo separado en 5 partes iguales	47
<i>Figura 27.</i> Proctor para CBR, compactación con el pisón de 10 libras	47
<i>Figura 28.</i> Formula de densidad húmeda.....	48
<i>Figura 29.</i> Formula de densidad seca.....	48
<i>Figura 30.</i> CBR, material húmedo separado en 5 partes iguales	49
<i>Figura 31.</i> CBR, Material enrasado.....	50
<i>Figura 32.</i> CBR, Saturación de Material	50
<i>Figura 33.</i> CBR, Prensa CBR, penetración.....	51
<i>Figura 34.</i> Estratigrafía de Calicata N° 1 y 2.....	53
<i>Figura 35.</i> Curva granulométrica (C-1, M-1).....	56
<i>Figura 36.</i> Curva granulométrica (C-2, M-1).....	58
<i>Figura 37.</i> Gráfico - Fluidez (C-1, M-1), Limite líquido.....	59
<i>Figura 38.</i> Gráfico - Fluidez ("C-2, M-1"), Limite líquido.....	59
<i>Figura 39.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1).....	62
<i>Figura 40.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1).....	62
<i>Figura 41.</i> Ensayo de CBR (C-1, M-1).....	65
<i>Figura 42.</i> Ensayo de CBR (C-2, M-1).....	65
<i>Figura 43.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1).....	67
<i>Figura 44.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1).....	67
<i>Figura 45.</i> Esfuerzo N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1).....	68
<i>Figura 46.</i> Esfuerzo N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1).....	68

<i>Figura 47.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra...	73
<i>Figura 48.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra..	73
<i>Figura 49.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra..	74
<i>Figura 50.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra..	74
<i>Figura 51.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra..	75
<i>Figura 52.</i> Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra..	75
<i>Figura 53.</i> Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.....	83
<i>Figura 54.</i> Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.....	84
<i>Figura 55.</i> Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 5 de Cerdas de Fibra.....	85
<i>Figura 56.</i> Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.....	85
<i>Figura 57.</i> Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.....	87
<i>Figura 58.</i> Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.....	87
<i>Figura 59.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 3% de fibra.....	90
<i>Figura 60.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 3% de fibra.....	90
<i>Figura 61.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo (C-1, M-1) + 5% de fibra.....	91
<i>Figura 62.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 5% de fibra.....	91
<i>Figura 63.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 7% de fibra.....	91
<i>Figura 64.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 7% de fibra.....	92
<i>Figura 65.</i> Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 3% de fibra.....	92
<i>Figura 66.</i> Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 3% de fibra.....	92
<i>Figura 67.</i> Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 5% de fibra.....	93
<i>Figura 68.</i> Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 5% de fibra.....	93
<i>Figura 69.</i> Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 7% de fibra	93
<i>Figura 70.</i> Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 7% de fibra.....	94

<i>Figura 71.</i> Gráfica de probabilidad de Ang. Fric C-1.....	94
<i>Figura 72.</i> Gráfica de probabilidad de Ang. Fric C-2.....	95
<i>Figura 73.</i> % de adición de fibra y resultados.....	96
<i>Figura 74.</i> Gráfica de dispersión - % fibra vs. ángulo de fricción	96
<i>Figura 75.</i> Estadísticas descripticas – ángulo de fricción C-1 y C-2.....	97
<i>Figura 76.</i> Prueba T de C-1 y C-2.....	97
<i>Figura 77.</i> Correlación de Pearson de valor P.....	98
<i>Figura 78.</i> Grafica de probabilidad de CBR – C-1.....	99
<i>Figura 79.</i> Grafica de probabilidad de CBR – C-1.....	99
<i>Figura 80.</i> Grafica de dispersión - % fibra vs. CBR.....	100
<i>Figura 81.</i> Estadísticas descripticas – CBR - C-1 y C-2.....	101
<i>Figura 82.</i> Prueba T de C-1 y C-2.....	101
<i>Figura 83.</i> Correlación de Pearson de valor P.....	102
<i>Figura 84.</i> Autorización para investigación.....	117

Índice de abreviaturas

NTP	: Norma Técnica Peruana
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society for testing and Materials
MTC	: Ministerio de Transportes
INEI	: Instituto nacional de estadística e informática
KG	: Kilogramo
CM	: Centímetro
OCH	: Optimo contenido de humedad
CBR	: Ensayo de Relación de Soporte
MDS	: Máxima Densidad Seca
PET	: Fibras poliméricas de Polietileno Tereftalato
CCA	: Cascara de ceniza de arroz
MSE	: Muros de retención de tierra mecánicamente estabilizada
DRX	: Difracción de rayos X
RCD	: Residuo de construcción y demolición

Resumen

En la presente investigación, cuenta con el objetivo el cual se basa en el mejoramiento de la subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de tereftalato reciclado, adicionada a la muestra de suelo extraído.

El uso de este material denominado polietileno de tereftalato de cerda reciclada, el resultado que se obtiene al adicionar el 6%, produce el aumento de la resistencia al corte, por lo cual, la cualidad del suelo tiende a ser mejor. Se entiende que un suelo de tipo arcilloso una de las propiedades es de no contar con ningún % de gravas en su composición, por lo cual produce su baja estabilización.

Si bien es cierto, por parte del MTC, da a conocer diferentes métodos de estabilización, pero en esta oportunidad, el fin de esta investigación, se basa en experimentar e innovar la adición de un producto reciclable con el propósito de mejorar la calidad del suelo como también teniendo en cuenta el cuidado de nuestro medio ambiente,

El método usado en la investigación fue de Hipotético – Deductivo, porque se concentra en corroborar las hipótesis establecidas. En los resultados obtenidos con la adición cerdas de fibra de polietileno de tereftalato, se llegó a la conclusión de que la adición optima de cerdas de fibra es el 5%. Para los ensayos de resistencia al corte los resultados respecto al ángulo de fricción en la muestra C-1 de 13.3° incremento a un valor máximo de 17.0° y en la muestra C-2 de 14.0° incremento a un valor máximo de 18°, y respecto a la capacidad portante CBR, se obtuvo que en la muestra C-1 de 4% incremento a un valor máximo de 8.50% y en la muestra C-2 de 4.5% incremento a un valor máximo de 8.3%. En el caso de los índices de plasticidad, no mejora con la adición de cerdas de fibra debido a que no logro pasar por la malla N°40.

Palabras claves: ensayos, plástico PET, subrasante arcillosa.

Abstract

In the present investigation, the objective is based on the improvement of the clayey subgrade of high plasticity incorporating recycled polyethylene terephthalate, added to the extracted soil sample.

The use of this material called recycled bristle polyethylene terephthalate, the result obtained by adding 6%, produces an increase in cutting resistance, therefore, the quality of the soil tends to be better. It is understood that one of the properties of a clayey soil is not having any % of gravel in its composition, which is why it produces a low stabilization.

Although it is true, by the MTC, it discloses different stabilization methods, but on this occasion, the purpose of this research is based on experimenting and innovating the addition of a recyclable product with the purpose of improving the quality of the soil. as well as taking into account the care of our environment,

The method used in the investigation was Hypothetical - Deductive, because it focuses on corroborating the established hypotheses. In the results obtained with the addition of polyethylene terephthalate fiber bristles, it was concluded that the optimal addition of fiber bristles is 5%. For the shear resistance tests, the results regarding the angle of friction in sample C-1 of 13.3° increase to a maximum value of 17.0° and in sample C-2 of 14.0° increase to a maximum value of 18° , and with respect to the CBR bearing capacity, it was obtained that in the C-1 sample of 4% an increase to a maximum value of 8.50% and in the C-2 sample of 4.5% an increase to a maximum value of 8.3%. In the case of the plasticity indices, it does not improve with the addition of fiber bristles because it cannot pass through the No. 40 mesh.

Keywords: tests, PET plastic, clayey subgrade.

I. INTRODUCCIÓN:

Hoy en día la cantidad de carreteras que se encuentran en mal estado, son un gran problema para la sociedad, estas no cuentan con un mantenimiento respectivo, ni mucho menos cuentan con una superficie adecuada, debido a esto, no se puede conseguir la mejora a las poblaciones correspondientes, como también al tránsito por dicha vía. En dichas carreteras al contar con lluvias frecuentemente, ocasionan que la desestabilización y la deterioración sean aun mayor en el suelo de tipo arcilloso.

En el caso de los suelos arcillosos según Zapata (2018) son sedimentos o deposito mineral las cuales están conformadas por partículas de menor tamaño las cuales son inferiores a 0.002 mm compuestos de silicatos de aluminio hidratados. Son provenientes de la alteración química – física por acción del agua. Por lo cual como se hace mención respecto a la definición de un suelo arcilloso en una trocha carrozable como se muestra en la figura 01.



Figura 01. Trocha carrozable arcillosa.

Fuente: <https://bit.ly/3ByDbes>

La ciudad de Yauyos, se encuentra situado a 2,890 m.s.n.m. en la fuente occidental, perteneciente a la cordillera de los andes, a la ribera del rio Yauyos, un afluente del rio cañete, perteneciente a la zona 3.

Las precipitaciones pluviales en la carretera Cañete y la rutas LM-124 , las cuales derivan a diferentes poblaciones, en el caso para la carretera Yauyos como también hacia al distrito de Ayavirí, son constantes, las cuales varían entre los 29,00 m.m. en Catahuasi hasta los 941,1 m.m. de Yauricocha ocasionando el deterioro de dicha carretera que se encuentra en un estado de trocha carrozable (afirmado arcilloso), el cual nos permite observar que actualmente muestra cierto grado de insuficiencia superficial, así mismo en algunos sectores son muy críticos como se puede reflejar en la figura 02.



Figura 02. Carretera a Ayavirí – “Hoisca, Tierra Amarilla”.

Para ello también debemos tomar en cuenta el IMDA o conteo de tráfico vehicular, el cual Maila (2017), indica “el déficit que tienen dentro del estudio de conteo vehicular se encuentra en muchos proyectos, es por ello que se muestra cierto deterioro en la subrasante o pavimentos” (p.11). En base a ello se debe tener en cuenta que es fundamental realizar el conteo de tráfico vehicular diariamente antes de ejecutar el proyecto con el fin de no encontrar problemas a futuro. Por lo cual en la carretera vía a Yauyos circulan variedad de vehículos, ya sean de la categoría tipo L (1, 2, 3, 4, 5, 6) – M (1, 2, 3) y la categoría N (1, 2, 3).

Por otro lado, El ministerio de transportes “MTC”, prioriza, en el caso de encontrarse con un suelo o subrasante de baja capacidad portante, esta debe ser cambiada, para lograr su mejoramiento o poder estabilizar con algún material ya sea añadiendo distintos componentes, como cemento, cal, cloruro de sodio, escoria, geosintéticos, los cuales tendrán que ser evaluados para el tipo de material o suelo que se encuentre, como en el caso del comienzo del tramo perteneciente a la carretera vía Yauyos se puede observar un suelo arenoso tal cual como se visualiza en la figura 03.



Figura 03. Carretera hacia Ayavirí.

En dicho punto es en el cual se concentra el tema elegido para esta tesis, ya que con el mejoramiento a efectuar y la estabilización de subrasante agregando Polietileno de Tereftalato de cerda reciclada concentrado en la carretera Yauyos, provincia de Yauyos Lima, en las épocas de lluvias, se nota que el tránsito es disminuido por los daños que se presentan como también ocasionando pérdidas en diferentes sectores y así poner en peligro el bienestar de uno mismo.

Debido a los acontecimientos presentados, se efectúa la pregunta siendo el principal problema:

Formulación del problema general

- ¿Como la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado podría estabilizar la subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable?

Problemas específicos

- ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumentaría la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?
- ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementaría el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?
- ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado se podría reducir el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?

Formulación de objetivo general

- Estabilizar la subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable por medio de la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.

Objetivos específicos

- Aumentar la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad mediante la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.
- Incrementar el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad a través la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.
- Reducir el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad por medio de la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.

Justificación del estudio

Por la parte tecnológica radica en la divulgación del mejoramiento de la subrasante, mediante el análisis y evaluación del suelo adicionando Polietileno de Tereftalato fundido en la carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla, proponiendo de la siguiente manera una mejora de solución para la problemática actual de dicha carretera transformándose en un procedimiento de estabilización.

En el caso de la justificación metodológica, se basa en el caso hipotético – deductivo, ya que se concentra en la verificación de las hipótesis establecidas, mediante una secuencia de procedimientos y ensayos, las cuales se encargarán de poder identificar el porcentaje adecuado de tereftalato de polietileno de cerda reciclada que se adicionara al suelo de la subrasante.

Desde el enfoque social, el presente trabajo busca dar mejor calidad y bienestar de vida a los distintos habitantes del distrito de Ayavirí dándole la propuesta de solución más ideal relacionada a la problemática de subrasante en la carretera debido a que se ven afectados por los desperfectos en la vía, al verse superado conllevaría a la reducción en el tiempo para el ingreso a los servicios públicos como salud, educación y justicia, reduciendo así las brechas sociales alineadas al acuerdo nacional.

En la justificación económica, la aplicación de Polietileno de Tereftalato fundido resultaría muy económico, debido a que dicho material no tiene un precio costoso. Por otro lado, el estado en el cual se encuentra en la carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla, genera un gran problema y pérdida de tiempo afectando diferentes sectores. Al conseguir la estabilización de la subrasante, permitiría reducir los costos y tiempos para así poder comercializar sus productos agrícolas y forestales obteniendo mejores resultados.

Formulación de la hipótesis general

- La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado estabiliza la subrasante arcillosa de alta plasticidad.

Hipótesis específicas

- La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumenta la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad.
- La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementa el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad.
- La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado reduce el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad.

Delimitación

Delimitación Temporal

El desarrollo de la investigación, tomo un lapso de tiempo de 5 meses, los cuales comprenden entre el mes de agosto a diciembre de 2022, en el cual se efectuó la recolección de muestras, ensayos, tratamientos en laboratorio y por último la interpretación y análisis de los valores obtenidos en la investigación.

Delimitación espacial

La zona de estudio la cual se concentra la presente investigación, se ubica en carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla, distrito de Ayavirí, en la provincia de Yauyos-Lima según el mapa que se muestran en las figuras 04, 05 y 06.

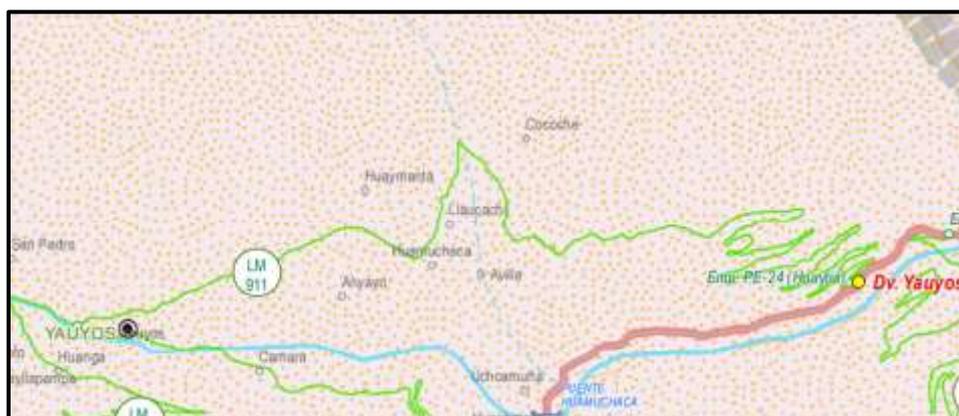


Figura 04. Ruta Ayavirí - Yauyos – Lima.

Fuente: <https://bit.ly/3C7POyV>

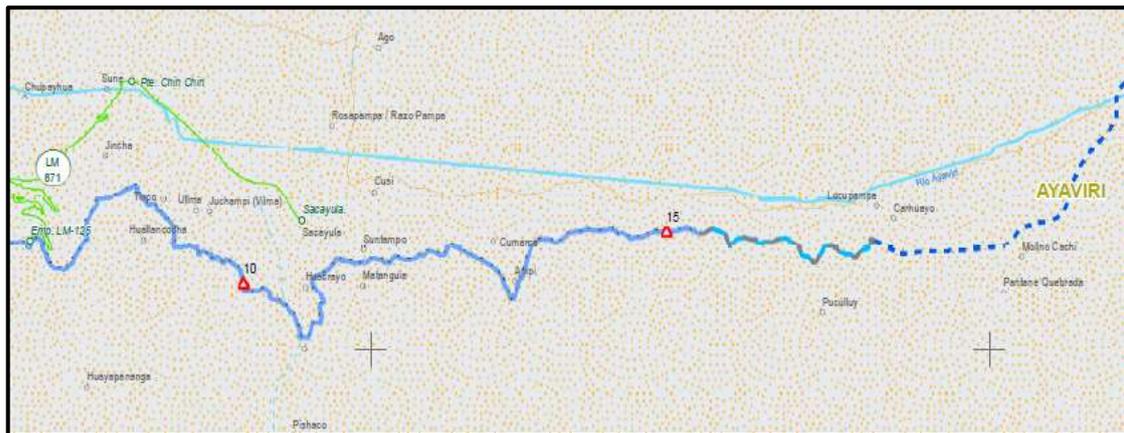


Figura 05. Ruta hacia Ayaviri - Yauyos.

Fuente: <https://bit.ly/3UIrFWM>

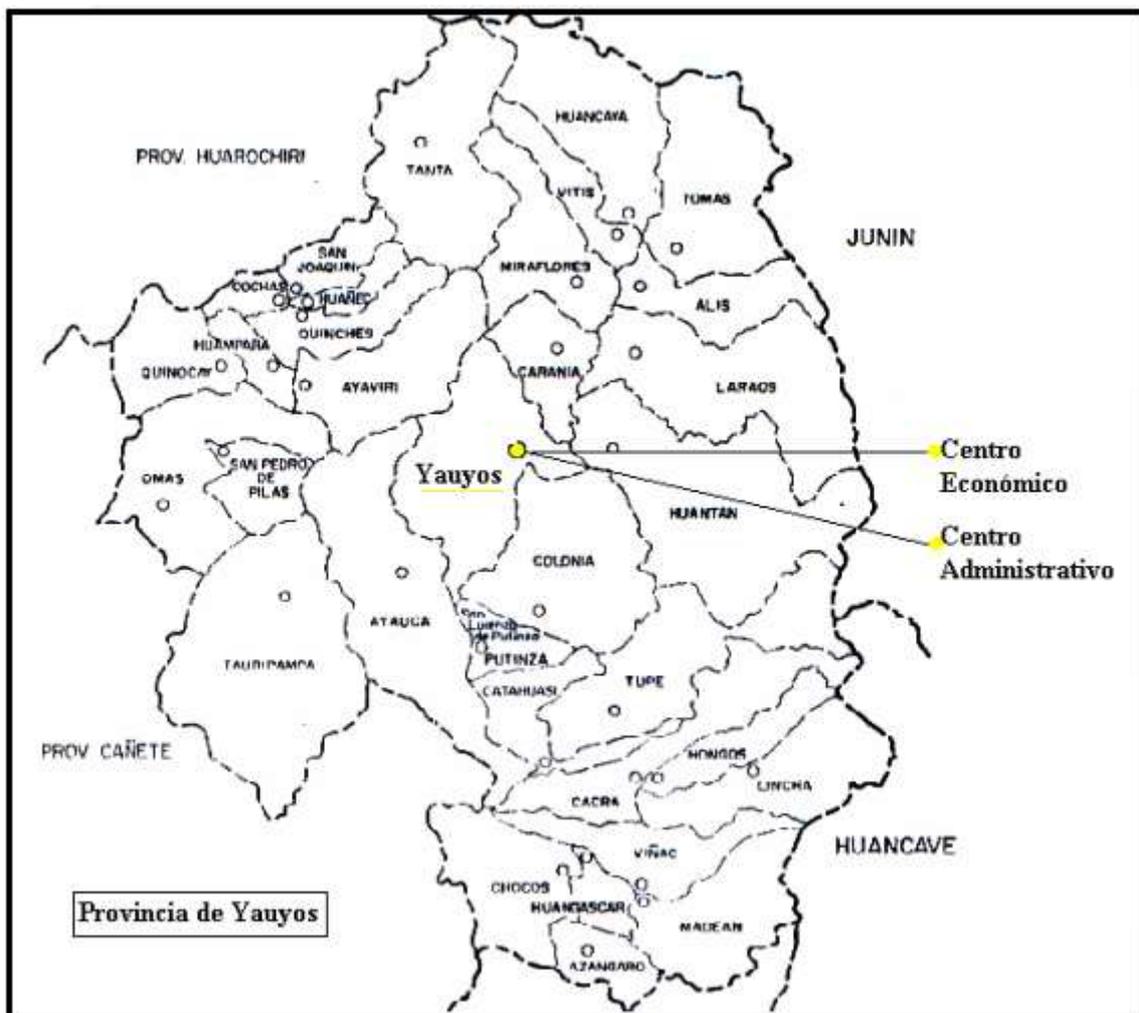


Figura 06. Ubicación de la provincia de Yauyos.

Fuente: <https://bit.ly/3SrHU8D>

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Ámbito internacional:

Parra (2018), en su tesis (Grado) nombrada “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” efectuada para la universidad católica de Colombia - Bogotá, cuenta como objetivo principal ejecutar la consolidación química de un suelo (Caolín), agregando ceniza y a la vez cal, con la variación de porcentajes, para así poder determinar la cantidad necesaria mediante las pruebas enfocadas en la resistencia dirigida a la compresión y tracción. Dicha investigación es de método experimental – aplicada, y los resultados que obtuvieron, es que, al adicionar cal viva, el aumento de la resistencia fue notoriamente, en el caso de la utilización de la cal viva, los parámetros e intervalos entre esfuerzo y rigidez, las cuales obtuvieron una tendencia creciente, Esto se debió a la reacción que tiene con el agua. Así mismo a tracción, también se demostró un óptimo comportamiento añadiendo 8% mejorando óptimamente la muestra. En el caso de la ceniza volante, no presento buenos resultados a la compresión, presentando una deformación unitaria de 9.8% a comparación de la cal viva la cual presento un porcentaje de 5.7%. Asimismo, se refleja que, al aplicar la ceniza, la muestra se convierte más dúctil lo cual perjudica y no permite el mejoramiento del ensayo de compresión. De tal forma se concluye que el procedimiento de mejoramiento de suelo es viable desde una vista técnica, ya que comprende ensayos tanto de compresión como tracción, de la misma forma en la deformación de los esfuerzos máximos y mínimos.

Cañar (2017), en su investigación denominada “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón” de la universidad Técnica de Ambato – Ecuador, el cual tiene como objetivo principal estimar e identificar el efecto de resistencia al corte que comprenden en los tipos de suelos como arenosos finos y también arcillosos, a la vez identificar el comportamiento mecánicamente en la consolidación de los suelos empleando cenizas de carbón, con la finalidad de hallar óptimas condiciones para su utilización. Dicha investigación es de nivel exploratorio – descriptivo y explicativo de tipo experimental, en los cuales se obtuvieron como resultados el mejoramiento de la subrasante empleando cenizas de carbón, así

mismo obtuvieron la estabilización por el motivo de la mejora del suelo obteniendo su CBR con un valor de 4,0%, lo cual representa a un porcentaje adecuado y optimo, empleando un 25 % de ceniza de carbón, estabilizando sus propiedades para poder ser usado.

Según Horacio (2015) en su tema titulado “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas” de la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua el cual cuenta como objetivo principal la estabilización de los suelos de tipos cohesivos pertenecientes en las zonas de la sociedad San Isidro con la adición de cal hidratada, dicha investigación es experimental con un nivel exploratorio – descriptivo, obteniendo como conclusión, la mejora del suelo en relación a la plasticidad como también a la densidad de compactación, la capacidad de resistencia de soporte del suelo también aumento y en el caso de la expansión no se obtuvo un resultado favorable, pero si aceptable. Para todas las muestras efectuadas, se obtiene que el porcentaje optimo a ser empleado debe ser de 9% para obtener buenos resultados.

Para Hernández, Mejía y Zelaya (2016) con su trabajo de graduación denominada “Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad del Salvador” con el objetivo de analizar e interpretar los resultados óptimos en el comportamiento y desarrollo en un suelo arcilloso, adicionando cal el cual es empleado como estabilizador, para que pueda ser utilizado como subrasante en pavimentos de tipo rígidos, dicha investigación es de nivel exploratorio de tipo experimental, para lo cual se obtuvieron como resultados, que el suelo sin cal, no es óptimo para una subrasante obteniendo valores menores de 10 respecto al CBR, con la adición de cal en un porcentaje de 5 % aumento su capacidad y resistencia aumentando su soporte en un rango de 1.93% al 54% confirmando que la cantidad adecuada y necesaria seria el 5 % de cal así mismo redujo el índice de plasticidad de un 45% reduciéndose a un 0% lo cual es favorable.

En el caso de Moreno (2018) en su investigación titulada “Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición” de la universidad Autónoma del estado de Hidalgo de México de tipo experimental, el cual cuenta con

el objetivo de vulgarizar mineralógicamente y a la vez químicamente los agregados los cuales son reciclados provenientes de concreto demolido para poder identificar si cumplen con los requisitos para poder estabilizar suelos arcillosos, o también considerado por otra parte, verificar si dicho material excedente cuenta con las propiedades necesarias tanto hidróxido de calcio con el fin de contribuir a la resistencia del suelo de tipo expansivo obteniendo como resultados, que una de las deficiencias fue encontrar partículas de tamaño de 10 mm en la curva de grava, lo cual produce carencia a la resistencia a la fragmentación, para ello se debe tener en cuenta que el concreto reciclado, llegan RCDs de cualquier tipo, ya sea concreto armado o como también puede ser de alta resistencia. Por otro lado, en relación al desempeño, la grava reciclada utilizado como estabilizador los resultados de DRX de las mezclas (suelo – agua – agregado) reciclado y también pulverizado en proporciones en peso suelo/estabilizador de (100/25 y 100/50) y con un rango de tiempo de curado de 12 meses, debido a ello se dio la disminución de la intensidad de los picos de las arcillas.

Ámbito Nacional:

Para Moale y Rivera (2022) en su tesis titulada “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica” de la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima – Perú, la metodología es aplicada de tipo cuantitativa – experimental. Asimismo, cuenta con el principal objetivo el cual se basa en mejorar o prosperar la calidad de soporte que tiene la subrasante, adicionando cal en un porcentaje óptimo para lograr su estabilización del suelo obtenido. Para lo cual obtuvieron como resultado que el porcentaje necesario adicionando la cal es del 15%, con dicho porcentaje se obtiene un mejor resultado, como también el CBR del suelo aumentando de 3.3% incrementando a 5.9%.

Según Montalvo (2021) en su investigación denominada “Estabilización de suelos arenosos para mejorar la capacidad portante de la subrasante, incorporando geomallas biaxiales en un tramo de la av. Lima mz. I – A.H. 31 de diciembre – Ventanilla – 2021” de la universidad Privada del Norte Lima – Perú, que cuenta con el objetivo principal de precisar el influjo al emplear geomallas de tipo biaxial, las cuales serán adicionadas en la estabilización de suelos arenosos obteniendo

resultados favorables, ya que al emplear una capa de geomalla, el nivel de subrasante amplió el 1.5% del CBR, en el caso de emplear 2 capas se obtiene un valor de 7.6% y cuando se emplea 3 se obtiene un valor de 1.7% como consecuencia de la baja compactación que se efectúa entre el suelo y las capas generadas al adicionar más capas.

Para Enríquez (2021) en su investigación titulada “Aplicación del Tereftalato de Polietileno como estabilizador de suelo para subrasante” de la universidad Peruana los Andes de Huancayo – Perú. El objetivo es evaluar y estimar la cantidad de tereftalato de polietileno reciclado adicionado como un estabilizador en el suelo para subrasante. La metodología es científica, aplicada de nivel explicativo y de diseño experimental. Los resultados que se encontraron es que la adición de tereftalato de polietileno reciclado aumenta tanto en las propiedades físicas como también mecánicas en la subrasante, incrementando de 4.8% a 9.2% empleando 6 por ciento de PET, en otro ensayo se logró alcanzar la variación de 4.6% a 18.9% así mismo también se logró aumentar la capacidad portante en términos del BCR a un 95%.

Según García (2021) en su investigación titulada “Mejoramiento de un suelo arcilloso de la localidad de Pacaisapa – Ayacucho utilizando residuos industriales para evaluarlo en muro hipotético de tierra estabilizado mecánicamente (MSEW)” de la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima – Perú. El objetivo se basa en evaluar y verificar la reacción mecánica de una superficie arcillosa ubicada en la localidad de Pacaisapa – Ayacucho, empleando residuos, ya sea caucho molido y ceniza de cascara de arroz, adicionado en las mezclas en el muro de tierra para lograr su estabilización mecánicamente en el caso hipotético (MSE). La metodología empleada es del nivel de tipo descriptivo y exploratorio de diseño experimental, así mismo, los resultados que obtuvieron al efectuar las combinaciones al emplear 2% de Polietileno de tereftalato, 30 por ciento (%) de (CCA) ceniza de cascara de arroz y 10% de caucho reciclado. Al procesar dicha mezcla, la cohesión mejora en un rango de 41.89% con 30% de ceniza, y para el caso de tiras de plástico empleando 2% el valor obtenido es de 21.58%. El módulo de elasticidad mejora cuando se adiciona 2% de tiras de plástico a un 28.78%, y para 30% de CCA aumenta a 4.8% respecto al suelo de fundación. Se concluye

que al emplear PET y CCA causa la mejora del comportamiento mecánico por lo cual se puede optimizar el espaciado de los geo-sintéticos.

Para Linares, Aguilar y Rojas (2020) en su artículo de investigación nombrada “Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido”. El propósito de dicha investigación es resolver la influencia empleando las bolsas o envolturas de polietileno fundido para lograr la estabilización de subrasante arcillosa en la Av. Los Libertadores y Jr. Las Orquídeas, Chachapoyas, Amazonas. Los resultados que obtuvieron al emplear proporciones que se distribuyen en (4%, 8% y 12%) en relación al peso seco de la muestra. Se obtuvo mejor resultado y comportamiento empleando 4% ya que se disminuyó el índice de plasticidad de un 13.55% a 8.98% lo cual es favorable. En el caso de las propiedades mecánicas el porcentaje más adecuado es el 12%, por el motivo que el OCH disminuye de 18.23% a 15.46% como también la MDS aumenta de 1.730 gr/cm³ a un valor de 1.807 gr/cm³, asimismo en el caso del CBR obtuvieron que el aumento se refleja de un 5.6% a un 9.9% concluyendo ya que el empleo de las bolsas de polietileno, si estabilizan las propiedades del suelo para subrasante según el estudio de acuerdo al manual de carretas suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Bases teóricas

Teoría de la formación de los suelos:

Según Fong (2019) Indica que los suelos están conformados ya sea por partículas minerales no compuestas o consolidados, material orgánico los cuales pueden estar en organismos vivientes o como también en descomposición. Por otra parte, se tiene los gases encontrados en los poros y agua situado en un manto de variedad de espesores y horizontes variables. Así mismos están compuestos en diferentes aspectos, tales como biológicos, físicos y químicos, de la mano con las fuerzas en dirección horizontal como físicas y bióticas las cuales sufren transformaciones diminutas a una cierta velocidad, los cuales también se relacionan con la atmósfera y cuerpos de agua. La formación de los suelos se genera a partir del cambio o la transformación de la roca los cuales son los formadores de suelo. Su formación tarde ya que con la meteorización de la roca inicialmente genera detritos o

partículas de diferente forma y tamaño en lo cual se obtiene un suelo o material más permanente que la del principio. Se dan en tres procesos diferentes, como físicos, biológicos y químicos los cuales generaran diversos cambios en su composición. (p.7). De igual forma se puede apreciar el proceso de formación del origen y su formación en la figura 07.

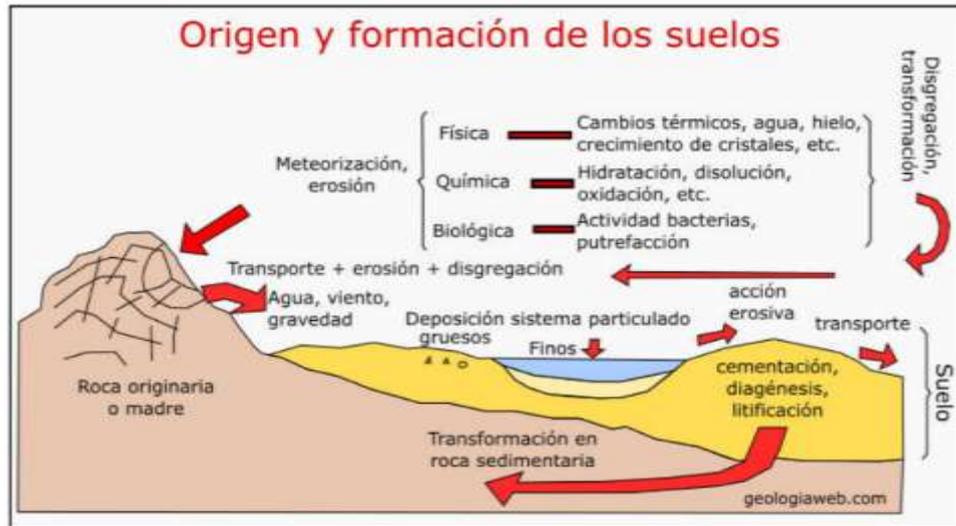


Figura 07. Proceso de Formación.

Fuente: <https://bit.ly/3SBZeb5>

Por otro lado, el suelo para su formación y proceso tarda una gran cantidad de años (no se tiene un tiempo definido para su cambio respectivo) lo cual para ello necesita ciertos procesos o cambios como por ejemplo de procesos biológicos, así mismo de reacciones químicas y de la misma manera acciones físicas con el fin de alterar y a la vez incorporar materia orgánica en la materia orgánica y mineral del terreno. Se origina por medio de los procesos de transformación y deterioro por los factores geológicos, biológicos, químicos y físicos lo cual se convierte en una capa de material muy distinto al que era inicialmente, también es conocido como un cuerpo natural. Esta se diferencia por sus diferentes materias como orgánicas y minerales con una variedad de profundidad, las cuales se diferencian en la morfología, en su constitución y propiedades físicas y a la vez su composición química. Varían en todas sus composiciones al pasar el tiempo respecto al proceso de formación, de la misma manera se puede observar el suelo en un proceso de formación el cual se observa en la figura 08.



Figura 08. Suelo de subrasante natural.

Fuente: <https://bit.ly/3SrHU8D>

Teoría de la estabilización de suelos con PET:

En uno de los ensayos realizados por Sandeep y Sivakumar (2012) al adicionar partículas o materias de PET en medidas de 4 mm de espesor y 12 mm de largo. En los ensayos realizados con porcentajes de PET de (0%), (0.5%), (0.75%) y (1%) en base a un suelo seco, empleados en los ensayos de Compresión Simple y a la vez en el ensayo Triaxial se logró demostrar que su esfuerzo denominado desviador alcanza el punto más alto, el cual puede seguir deformándose en el sentido verticalmente, este caso se muestra para las 3 proporciones como se describe en la figura 09.

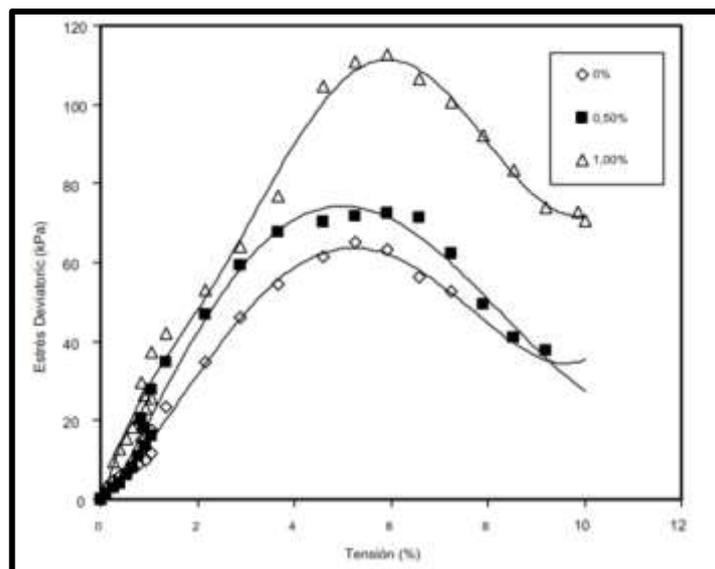


Figura 9. Deformación vertical y Esfuerzo Desviador.

Fuente: Sandeep y Sivakumar

Teoría de la granulometría:

Según Paucar y Córdova (2020) se basa en poder interpretar y analizar una variedad de partículas, con el fin de poder conseguir el porcentaje como arenas y gravas las cuales no logran pasar la malla N°200, como también en la clasificación y curva granulométrica según SUCS y de la mano con su coeficiente de curvatura y uniformidad.

En la siguiente imagen se logra mostrar la distribución respecto a la granulometría en los siguientes casos:

- Grava - mal graduada (GP)
- Grava - correctamente graduada – Grava limosa (GW-GM)
- Grava de tipo arcillosa (GC)
- Mal graduada – grava limosa (GP-GM)

Con ello se puede interpretar que, al obtener materia de variedad de dimensiones en diferentes proporciones recomendadas, se logra obtener un óptimo suelo compactado, porque el índice de vacíos reduce, lo cual no se da con los tipos de grava GP y GP – GM porque su heterogeneidad no es adecuada, para ello se emplea la curva granulométrica el cual se aprecia en la figura 10.

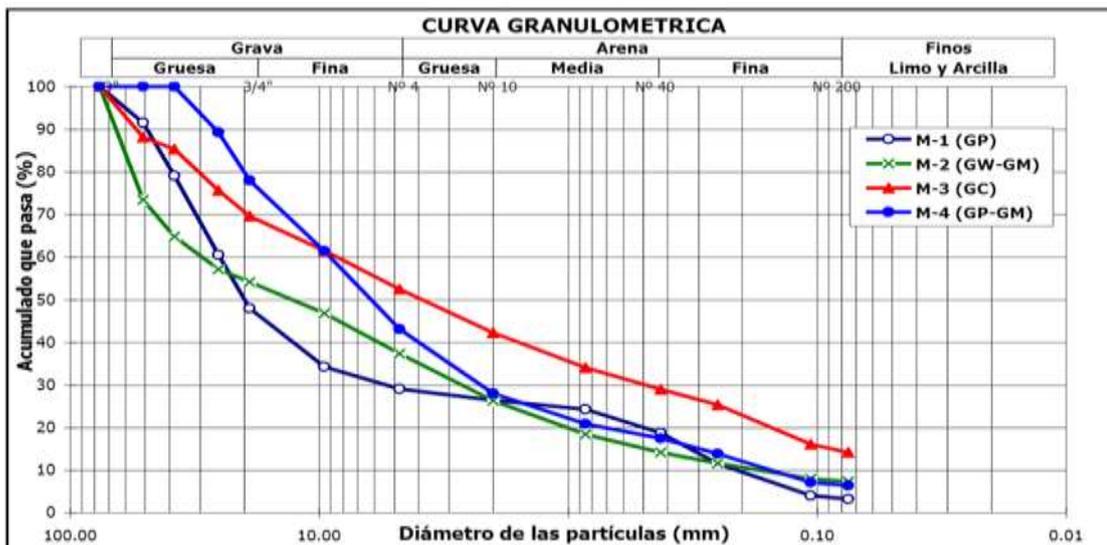


Figura 10. Curva granulométrica.

Fuente: CISMID-UNI

Teoría de la clasificación de suelos:

Como se denomina en el título, se encarga de uniformar la variedad de suelos que se encuentra, en lo cual se tienen en cuenta sus propiedades ya sean cuantitativas referente a la granulometría y en el caso de cualitativas relacionado en su plasticidad y/o consistencia.

Como en el caso de diversas disposiciones denominadas:

"AASHTO - American Association of State Highway and Transportation"

Contempla como gravas a las partículas que se encuentran en el rango de 76.2 y 2 mm, en el caso de arenas se están en un parámetro de 2 a 0.075 mm, limos en un rango de 0.075 y 0.002 mm y por última consideradas arcillas los que son menores a 0.004 mm Cortes (2015), Paucar y Córdova (2020, pág. 20).

"MIT – Massachusetts Institute of Technology"

Reconoce que los fragmentos que sean mayores a 2 mm son considerados como gravas, en el caso de las arenas son considerados en un parámetro de 2 a 0.06 mm para los limos se encuentran de 0.06 a 0.002 mm y por último en el caso de las arcillas están debajo de 0.002 mm de espesor. Cortes (2015), Paucar y Córdova (2020, pág. 20).

"USDA – Department of Agriculture"

Acepta que las partículas o materias mayores a 2 mm son consideradas gravas, en el caso de las arenas se mantienen en un rango de 2 a 0.05 mm, limos entre un rango de 0.05 y 0.002 mm, y el de las arcillas en un tamaño menor a 0.003 mm. Cortes (2015), Paucar y Córdova (2020, pág. 20).

"USCS – Unified Soil Classification System"

contemplan partículas como gravas en un rango de 75 a 4.75 mm, arenas entre 4.75 a 0.075 mm, limos y arcillas en un parámetro inferior a 0.075 mm. Cortes (2015), Paucar y Córdova (2020, pág. 20).

Asimismo, se puede observar la clasificación de los suelos según Unified Soil Classification System en la tabla 01.

Tabla 01. Clasificación de Símbolos de grupos según SUCS.

Símbolos de Grupo (Sucs)			
TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo (<50)	H

Fuente: <https://bit.ly/3fdWuCn>

Marco conceptual:

Afirmado: MTC (2013) “Carreteras que son afirmadas las cuales están compuestas por la sección de revestimiento con componentes provenientes de cantera. Estas son dosificadas de manera mecánica o naturalmente. Constituida por un conjunto de mezclas de insumos como piedra, arena y finos o arcilla, teniendo en cuenta un espesor máximo de 25 mm ya sea con afirmados con gravas naturales o homogenizadas”. (p.137).

Suelos: Robles (2015), “en la elaboración de una estructura deberá de tener su estudio relacionado a la ingeniería, con el fin de dar proyectos económicos cumpliendo el periodo de vida tal cual se crearon”. (p.4).

CBR: Según Montejo (2002), “se refleja como porcentaje, el motivo de la carga que se aplica de forma unitaria que se solicita para insertar un pistón el cual será adentro del suelo. Como también introducir al mismo nivel una muestra de clase de piedra que es partida”. (p.64).

Análisis de tráfico Vehicular: Simón (2004), “menciona que debido a la cantidad de vehículo que transitan, se presentan fuerzas producidas las cuales se transmiten al pavimento mediante las ruedas, este análisis es uno de los requisitos que se utiliza en el diseño de la carpeta de pavimento, de esta forma es importante identificar el número de veces de repeticiones de los ejes en el lapso de diseño”. (p.129).

Subrasante:

Se considera a la capa de superficie del terreno, lo cual es empleado en la construcción de carreteras las cuales comprenden hasta 0.45 m, teniendo en cuenta que en el caso de rehabilitación debe pertenecer los 0.20 m MTC (2008). Asimismo, son considerados en diferentes categorías como se muestra en la tabla 02.

Tabla 02. *Categorías de tipo de subrasante.*

SIMBOLO	DESCRIPCION	CBR
S.0.	Subrasante muy pobre	< 3 %
S.1.	Subrasante pobre	3 % - 5 %
S.2.	Subrasante regular	6 % - 10 %
S.3.	Subrasantes buenas	11 % - 19 %
S.4.	Subrasante muy buena	> 20 %

Fuente: MTC 2008.

Según Enríquez (2021), considera que se debe tener como prioridad, analizar las propiedades físicas como la granulometría, límites de consistencia, densidad y contenido de agua, en el caso de rigidez, de debe considerar el módulo resiliente, módulo de elasticidad y C.B.R., en propiedades hidráulicas se realiza el coeficiente de drenaje, coeficiente de expansión y permeabilidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo:

La diversa variedad de roles parte de ciertos procesos los cuales son aplicados en la investigación en base al problema presentado, cuyo logro es obtener información innovadora la cual es aplicada al tema involucrado. Hernández (2019).

Por otra parte, se denomina investigación científica aplicada al tipo de la misma ya sea pragmática o utilitaria el cual está sujeta a los conocimientos utilizados en una investigación de las cuales se puede considerar teórica o también básica, para así conseguir la solución respectiva de los problemas formulados inmediatamente.

Según las definiciones, esta investigación es de tipo aplicada ya que nos concentramos en procedimientos ya empleados para lograr desarrollar los objetivos presentados.

Diseño de investigación:

El diseño seleccionado radica en lo experimental, debido a que se puede obtener diferentes resultados.

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) el tipo de diseño de investigación experimental, citado por Campbell y Stanley, presenta un rango mínimo de variables y a la vez fuentes relacionadas a la invalidez.

Esta investigación comprende en el estudio de 2 muestras (Calicatas), en el diseño correspondiente se consideró los siguientes datos mostrados en la tabla 03:

Tabla 03. *Porcentaje de adición de PET.*

SUELO EXTRAIDO (CALICATAS)				
ENSAYO DE CARÁCTER				
TIPO DE ENSAYOS	CBR	IP	R. CORTE	GRANULOMETRIA
CANT. DE MUESTRAS	2.00	2.00	2.00	2.00
ESTABILIZACION CON FIBRA DE POLIETILENO DE TEREFTALATO				
CERDAS DE FIBRA	CBR	I.P.	RESISTENCIA AL CORTE	
Adicionando 3 % de fibra de Pet.	2.00	2.00	2.00	
Adicionando 5 % de fibra de Pet.	2.00	2.00	2.00	
Adicionando 7 % de fibra de Pet.	2.00	2.00	2.00	

Método de investigación:

Para Sullcaray, (2013) indica que la investigación cuando es experimental se relaciona directamente con la variable independiente para así lograr identificar los cambios en la variable dependiente.

Es por ello que esta investigación cuenta con el método hipotético deductivo, ya que, mediante la creación de hipótesis como también los resultados, se determina si la hipótesis es adecuada.

Nivel de investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2004), determinan que el propósito de una investigación es buscar la relación entre dos o más variables, para luego identificar el lugar en el cual se desarrolló, para así relacionar las variables y mediante el método científico comprobar la veracidad de las hipótesis establecidas.

Es por ello que esta investigación es correlacional, ya que la hipótesis es un pronóstico en base al problema, como también la relación de las variables que se pueden medir.

3.2. Variables y operacionalización.

Las variables delimitadas en esta investigación, son las siguientes:

Variable independiente: Polietileno de Tereftalato de cerdas recicladas

Definición conceptual: Paucar y Córdova, (2019) nos indica: que la adición parte por el aprieto técnico para lograr obtener mejores resultados y características del suelo y a la vez reducir el impacto ambiental, de la misma manera gracias a la adición de PET en un porcentaje de 2 %, se logra el aumento de resistencia al corte de una superficie arcillosa en un valor de 8.3% generando un mejor funcionamiento (p.9).

Definición operacional: Esta variable va de la mano con los diferentes valores de porcentajes los cuales serán ensayados para lograr la resistencia al corte optima, el CBR adecuado y la reducción del índice plasticidad la adición de PET reciclado.

Variable dependiente: Estabilización de subrasante arcillosa de alta Plasticidad.

Definición conceptual: Según Martínez, Louzada, Repsold y Casagrande, indica que la estabilización de un suelo arcilloso es fundamental para obtener una mejor resistencia como subrasante adicionando diversos materiales que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.

Definición operacional: Cuando se encuentra u obtiene un suelo de tipo arcilloso, debe ser mejorado mediante la adición de diversos agregados los cuales proporcionen un mejor resultado al ser ensayado y logre estabilizarse.

En el Anexo 2 se proyecta la tabla de la operacionalización de variables y consistencia, en el cual se especifica sus dimensiones, como también los indicados y la escala referente a la variable dependiente e independiente.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2004), señala que se hace referencia al conjunto de componentes las cuales comprenden características semejantes, las cuales son medibles en dicha zona donde se estudiara y en un tiempo determinado.

En base a la hipótesis presentada, se determinó como población a la carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla de la provincia de Yauyos que comprende una longitud total de 5+200 kilómetros según la ubicación mostrada en la figura 04,05 y 06.

Muestra:

Hernández, Fernández y Baptista (2014), ello sigue partiendo de la población, para lo cual se demarca los puntos situados de la investigación.

Por lo cual se considera como muestra de estudio en esta investigación a la trocha carrozable arcillosa de la carretera Huayña, provincia de Yauyos – Lima entre el km 0+750 hasta el km 1+150 realizando 2 calicatas para obtener las muestras correspondientes, de igual forma el material Polietileno de Tereftalato reciclado son provenientes de las cerdas de fibra de las escobas las cuales se emplearon en porcentaje de acuerdo a los ensayos propuestos como se detalla en la tabla 03 % de adición de PET.

Muestreo:

Según Pino (2018), se concentra en una población más exacta para la investigación, las cuales se pueden determinar si su sucesión es probabilístico o no probabilístico.

De acuerdo a lo mencionado, para la presente se considera el muestreo correspondiente de tipo intencional, no probabilística.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas de recolección de datos

Para Arias (2004) se clasifica técnica a aquel procedimiento que conlleva a cuantificar los valores de una forma concisa, el cual este en la capacidad de solucionar el problema.

Por lo cual, para lograr la obtención de datos o información en esta investigación de los diferentes objetivos específicos, se emplearon las fichas de observación y medición, así mismo el análisis de datos y también la interpretación de resultado de acuerdo a los ensayos desarrollados en el laboratorio, como la granulometría, ensayo del CBR, ensayo de la resistencia al corte y también el IP, los cuales son de gran importancia para el logro de los objetivos planteados.

Instrumentos de recolección datos

Para García (2004) denomina como instrumentos a todo procedimiento que se utilizaran de forma virtual o física para poder efectuar la investigación.

De acuerdo a lo situado, se empleó las fichas de recolección, cuaderno de apuntes, equipos de laboratorio, trabajo de escritorio, programas para poder desarrollar la recolección de datos como Minitab y Grapher para la interpretación y presentación de resultados.

3.5. Procedimientos:

Para el procedimiento de la investigación se detalla por etapas según se procede a demostrar.

Etapa I: Para poder obtener las muestras necesarias, se procedió a dirigirnos a la zona de estudio ubicada en la carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla de

la provincia de Yauyos como se muestra en la figura 05 la cual comprende un tramo de 5+200 kilómetros, pero el punto de concentración se basa entre las progresivas del kilómetro 0+700 al kilómetro 1+200 efectuando 2 calicatas las cuales tienen una profundidad de 0.80 m y 0.85 m, en dicho tramo es donde se presenta mayor cantidad de suelo arcilloso como se muestran en las imágenes, para lo cual también se tuvo en cuenta la seguridad por parte del terreno, las curvas que presenta dicha carretera y las zonas que son muy accidentadas, debido a ello se seleccionaron las siguientes ubicaciones según la tabla 04.

Tabla 04. *Ubicación de calicatas N°1 y 2 investigadas.*

Calicata	Ubicación	Profundidad
C-01	0+750	0.80
C-02	1+150	0.85

Calicata N°1 y 2

Se procedió a realizar las excavaciones correspondientes. Para la calicata N°1 se alcanzó una profundidad como máxima de 0.80 m y en el caso de la calicata N°2 con una profundidad máxima de 0.85m., el motivo por el cual no se pudo realizar a más profundidad, es porque se encontró con un suelo rocoso el cual ya no permitía poder excavar más, como se muestra en la figura 11,12, 13 y 14.



Figura 11. Calicata, proceso de excavación 01.



Figura 12. Calicata, proceso de excavación 02.



Figura 13. Calicata, proceso de excavación 03.



Figura 14. Calicata, proceso de excavación 04.

Etapa II: Después de las excavaciones efectuadas, se continuo con el reclutamiento de las muestras para ser conllevados al laboratorio correspondiente.

Se procedió con el primer ensayo el cual es denominado granulometría siendo el primer ensayo a efectuarse con la finalidad de caracterizar el suelo mediante los tamices de diferente abertura para poder clasificarlo. Esto depende de la gráfica que comprende las abscisas en una escala correspondiente como se visualiza en la figura 15.

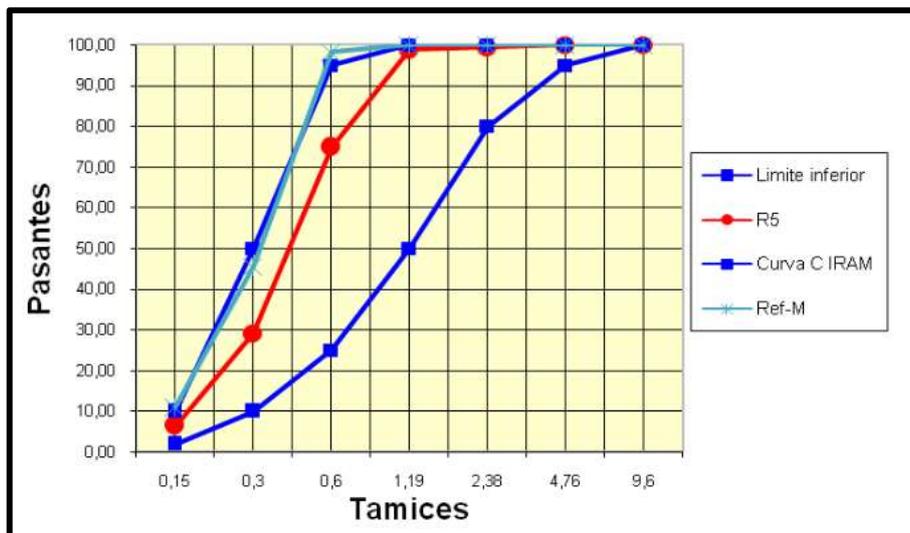


Figura 15. Curva granulometría.

Fuente: <https://bit.ly/3rg6sG7>

Asimismo, se tiene en cuenta las aberturas de los tamices como se puede verificar en la siguiente tabla 05.

Tabla 05. *Abertura de los tamices.*

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75000
2"	50800
1 1/2"	38100
1"	25400
3/4"	19000
3/8"	9500
N° 4	4760
N° 10	2000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 80	0.280
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: Solís Quispe – Granulometría.

Para ello, fue necesario seguir ciertos procedimientos para poder clasificar el suelo de una manera correcta, se procedió a reducir la muestra mediante el cuarteo para poder obtener 4 partes iguales y así tomar la muestra diagonalmente opuesta guardando el tema de representatividad original el cual se muestra en la figura 16.



Figura 16. Técnica del cuarteo para clasificación.

Para este ensayo es necesario mandarlo a secar las muestras a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. para luego obtener una muestra en estado seco con su peso inicial, después de ello se procede a la lavar las muestras por la malla n°200 de abertura de 0.075 mm eliminando todos los finos mostrada en la figura 17.



Figura 17. Lavado de material.

Luego de ello, se procede nuevamente a secar las muestras a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por 24 horas la cual se observa en la figura 18.



Figura 18. Secado de muestra en horno.

Luego de obtener la muestra seca, se procede a pasar lo retenido por todas las mallas que correspondan de acuerdo a la serie de clasificación de suelos la cual refleja en la figura 19.



Figura 19. Tamizado de muestras.

Límites de consistencia

Se procede a clasificar el suelo de muestra:

Ensayo de limite líquido:

Para este ensayo se requiere por lo menos 200 g de material cortado por la malla n° 40 y así formar una pasta con su porcentaje de humedad dejando saturar 24 horas para luego remezclarla nuevamente como se visualiza en la figura 20.



Figura 20. Pasta para hallar Limite Liquido y plástico.

Una vez formado la pasta con el material húmedo, se procede a colocar con una cuchara en la copa Casa Grande, luego de ello con el ranurador se divide en dos partes iguales obteniendo 3 milímetros de abertura dando golpes a razón de 1.9 a 2.1 golpes por segundo, es decir en 10 segundos se deben efectuar de 19 a 21 golpes para así hallar diferentes humedades como se presenta en las figuras 21 y 22.



Figura 21. Ensayo de limite liquido – Copa Casagrande.



Figura 22. Muestra ensayada – Copa Casagrande.

Para poder determinar el % de humedad después de haber realizado la extracción, la humedad proveniente del suelo se relaciona con el % de agua que se encuentra en el terreno, ya que ello es primordial para lograr obtener óptimos diseños lo cual es determinada por el contenido de humedad %.

Después de haber secado el material a 110+/- 5°C. se calcula el contenido de humedad por cada punto, para así obtener su porcentaje de humedad según la fórmula que se visualiza en la figura 23.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa de suelo seco}} \times 100$$
$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{W_{DSH} - W_{DSC}}{W_{DSC} - W_D} \times 100$$

W_{DSH} : Masa de depósito más suelo húmedo.
 W_{DSC} : Masa del depósito más suelo seco.
 W_D : Masa del depósito.

Figura 23. Formula de contenido de humedad.
Fuente: <https://bit.ly/3fw1pyP>

Ensayo de límite plástico:

En el caso de límite plástico, con el mismo material obtenido se amasan para alcanzar a un diámetro de 3.2 mm en condición agrietada, se debe obtener 6 gramos como mínimo y secarlas al horno para también obtener su % de contenido de humedad presentada en la figura 24.

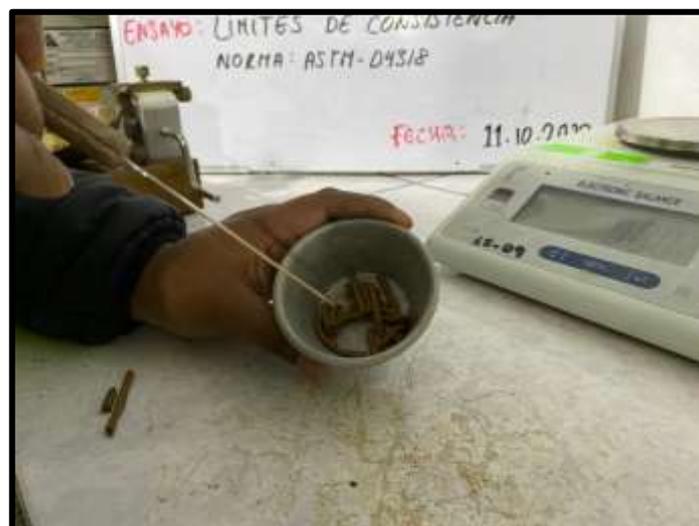


Figura 24. Limite plástico, muestra de 3.2 mm de espesor agrietado.

Índice de plasticidad:

Se encuentra mediante la variación del límite líquido y límite plástico los cuales son representados en números enteros como se puede observar en la siguiente fórmula:

$$IP = \text{Límite Líquido} - \text{Límite Plástico}$$

Ensayo - Proctor para CBR:

Se extrae la muestra diagonalmente opuesta para pasarla por la malla $\frac{3}{4}$ y la malla n°4 para obtener el material faltante y así no disminuir el material de grava, 6 kilos exactos para el molde de Proctor de 6" el cual no tiene método, solo es con el pasante de la malla $\frac{3}{4}$ o también malla n°4 en caso tenga retenidos mostrada en la figura 25.



Figura 25. Proctor para CBR, tamizado por malla $\frac{3}{4}$ ".

Luego se inicia el ensayo de Proctor mediante la compactación de dicho material a razón de 5 capas, las cuales son sometidas con 56 golpes por cada punto a diferentes porcentajes de humedad, el porcentaje de agua varía de 2 en 2. La muestra se distribuye en 5 cantidades iguales como se presenta en la figura 26.



Figura 26. Proctor para CBR, material húmedo separado en 5 partes iguales.

Después se compacta con el pisón que tiene un peso de 10 libras y una caída libre de 18" como se encuentra en la figura 27.



Figura 27. Proctor para CBR, compactación con el pisón.

Luego se procede a enrasar el molde, esto se da a diferentes puntos de humedad, se obtendrá diferentes densidades las cuales se clasifican en un gráfico donde se interceptan la densidad humedad versus el % contenido de humedad para lograr la máxima densidad seca y el mejor contenido de humedad.

En el caso de la densidad humedad se emplea la fórmula que se muestra en la figura 28.

$$\gamma_m = \frac{M_c}{V}$$
$$M_c = M_{SC} - M_M$$

Donde:

γ_m : Densidad húmeda del suelo.

V: Volumen del molde (cm³).

M_{SC} : Masa del suelo compactado más la masa del molde (gr).

M_M : Masa del molde (gr).

Figura 28. Formula de densidad húmeda.

Y en el caso de la densidad seca se presenta en la figura 29.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \frac{w(\%)}{100}}$$

Donde:

γ_d : Densidad seca (gr/cm³).

γ_m : Densidad húmeda del suelo (gr/cm³).

w: Contenido de humedad (%).

Figura 29. Fórmula de densidad seca.

Ensayo de CBR:

California Bearing Ratio (CBR):

Para esto se empleó la prensa CBR, de molde tipo disco de 6", se realiza el remoldeo de 3 moldes de CBR a diferentes energías con la misma cantidad de agua proporcionada en el ensayo del Proctor, es decir el mismo porcentaje de contenido de humedad, de igual manera la muestra se distribuye en 5 partes iguales reflejado en la figura 30.



Figura 30. CBR, material húmedo separado en 5 partes iguales.

Luego de ello en el molde se coloca una base llamada disco espaciador de CBR para luego armar el molde de CBR. Se procede a compactar 5 capas por molde a diferentes energías, el primer molde a 5 capas como 56 golpes por cada capa, el segundo a 25 golpes y el tercer molde a 12 golpes por cada capa. Luego se procede a enrasar presentada en la figura 31.



Figura 31. CBR, Material enrasado.

Para luego proceder a pesarlo, y se determina la densidad humedad, luego se corrige por su humedad para calcular la densidad seca. Teniendo en cuenta que estos moldes se mandan a saturar en su peor condición por 4 días o 72 horas y se mide la expansión inicial y final como se visualiza en la figura 32.



Figura 32. CBR, Saturación de Material.

Después de ello se retira los moldes de la posa para ser penetrado por el pistón en la prensa CBR la cual tienen una velocidad ya establecida a razón de 0.025" por cada 30 segundos como se presenta en la figura 33.

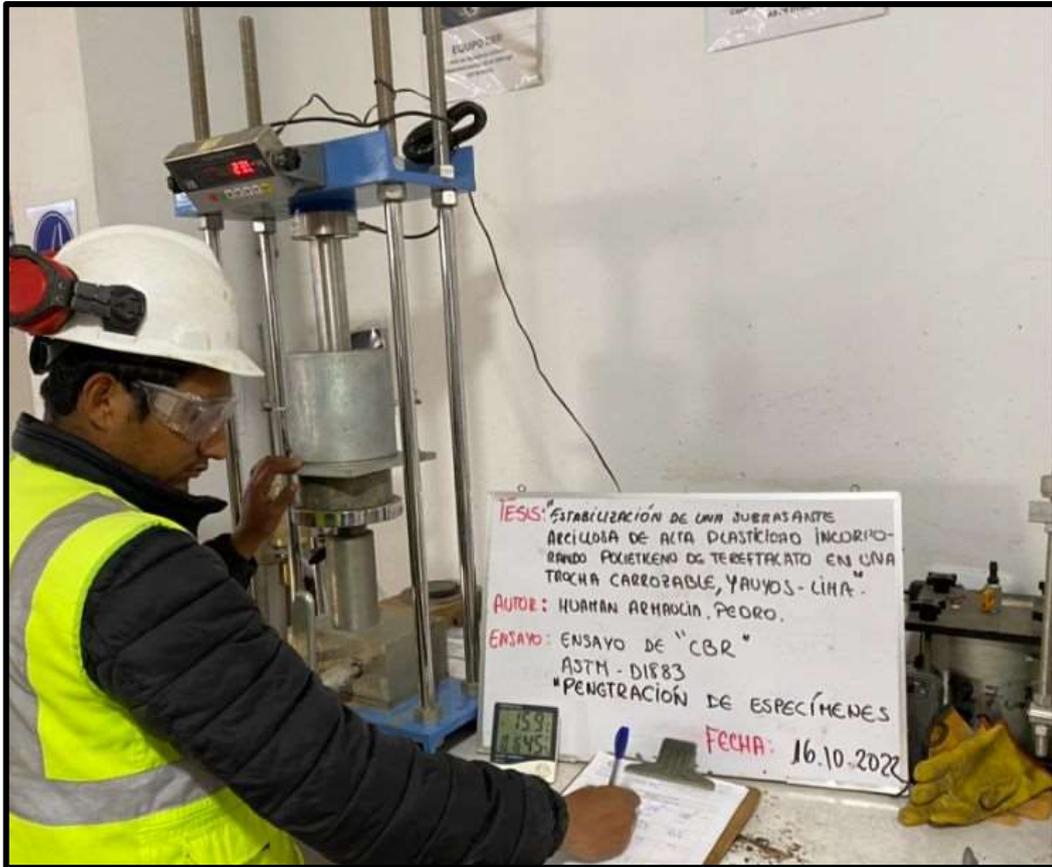


Figura 33. CBR, Prensa CBR, penetración.

Luego se obtiene las cargas que darán cada punto, para luego plotear la resistencia de cada punto versus la penetración en cada punto y mostrarse en el grafico correspondiente. Por lo general el valor que se requiere es el 95% de la penetración a 0.1".

Para esto se debe tener en cuenta el cuadro de penetraciones según el MTC como se puede encontrar en la tabla 06.

Tabla 06. Penetraciones de prensa CBR.

MILIMETROS	PULGADAS
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: MTC – 132

3.6. Métodos de analistas de datos:

El método de análisis para esta investigación, son de acuerdo a las pruebas que se efectúen de las dos calicatas que se realicen en la subrasante determinada empleando las normas MTC, ASTM Y NTP como dicha técnica establecida para los datos cuantitativos. Esto abarca el análisis, la relación de cada ensayo, la descripción con el fin de presentar los datos reclutados de laboratorio mediante softwares actualizados y en el caso del procesamiento de datos mediante cuadros y diagramas de tal manera así comprobar las hipótesis establecidas para cada problema de acuerdo a la estabilización del suelo arcilloso de alta plasticidad.

3.7. Aspectos éticos:

El indagador se comprometerá a venerar la fidelidad del fruto que se obtendrán en la investigación, como se refleja en el artículo 9 del código de ética de la Universidad César Vallejo (2017, p. 5), como también la confiabilidad basada en los datos tomados de los reglamentos vigentes como también la información que se obtiene para lograr exitosamente los objetivos del presente trabajo, todo el contenido será procesado por parte de la revisión del programa Turnitin, para así mostrar la veracidad y originalidad de la investigación, también teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente con los materiales empleados. Todo esto en base a normas aprobadas y homologadas.

IV. RESULTADOS

Para obtener los resultados de todo lo plasmado en la investigación, primero se procedieron con la ejecución de las dos calicatas y el reclutamiento de 3 muestras que fueron derivadas al laboratorio en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

4.1. Suelo en estado natural, clasificación de suelos:

En la parte de la clasificación relacionada a las dos calicatas C1 y C-2, se encontró la subrasante arcillosa de alta plasticidad con grava, lo cual es totalmente inestable para una carretera, es por ello que se busca estabilizar con PET, posteriormente a ello encontramos a mayor profundidad arcilla arenosa de baja plasticidad y por último arena limosa con grava, como se muestra en la figura 34.

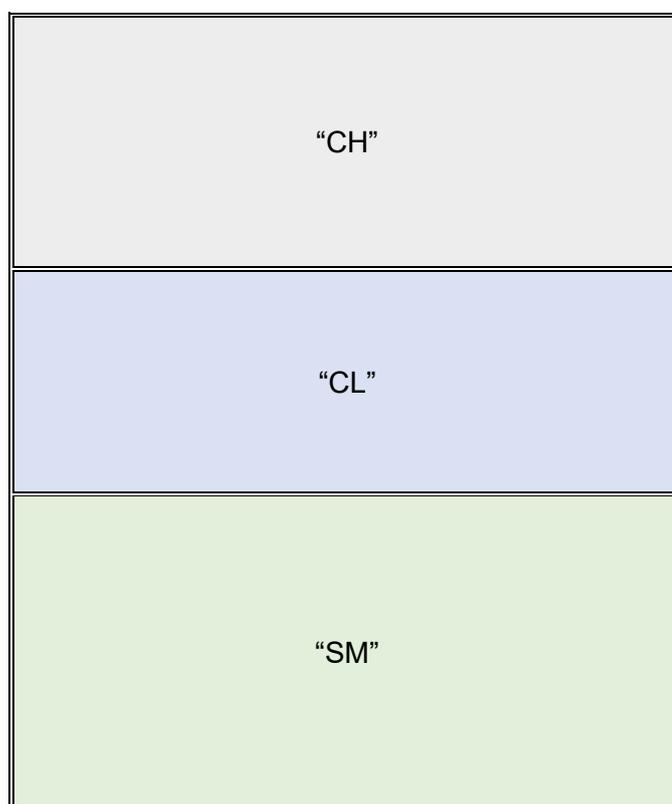


Figura 34. Estratigrafía de Calicata N° 1 y 2.

4.2. Suelo en estado natural, contenido de humedad:

Se calculo el contenido de humedad relacionada a las dos muestras de ambas calicatas obteniendo valores similares en ambos casos, en la muestra perteneciente a la C- 1, se encontro un % de contenido de humedad de 5.8% y en

la calicata C-2 se obtuvo 5.4%, por lo cual se le considera un suelo no saturado que se encuentra en casi óptimas condiciones en su suelo natural según de detalla en la tabla 07.

Tabla 07. Resultado de contenido de humedad de C-1 y C-2.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
Muestra – (C-1, M-1)	
Contenido de humedad (%)	5.8
¿Método de secado	Horno a 110 +/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno
Muestra – (C-2, M-1)	
Contenido de humedad (%)	5.4
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno

4.3. Suelo en estado natural, granulometría:

Se procedió al tamizado de material en su estado natural para las dos muestras como el C-1 y C-2 respecto a la subrasante, en las cuales en ambos ensayos granulométricos pasantes por las mallas (3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", 4, 10, 20, 40, 60, 100, 140, 200) se identifica que en el caso de la C-1, se obtuvo el acumulado que pasa por la malla N.º 200 el cual representa el 72.1% de todo el suelo ensayado, de la misma forma se procedió con la muestra 2, la cantidad pasante por la malla 200 representa el 71.8 %, esto quiere decir que los resultados mostrados representan una gran cantidad de porcentaje de material fino en ambas muestras, lo cual no es apropiado para una subrasante, dichos valores se observan en las tablas 08 y 09.

Tabla 08. Resultado de ensayo granulométrico – (C-1, M-1).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
3"	76.200	0.000	0.000	0.000	100.0
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.0
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.0
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.0
3/4"	19.000	184.000	6.696	6.696	93.3
3/8"	9.500	71.500	2.602	9.298	90.7
N.º 4	4.750	130.500	4.749	14.047	86.0
N.º 10	2.000	15.000	0.455	14.501	85.5
N.º 20	0.840	21.500	0.782	15.284	84.7
N.º 40	0.425	25.500	0.928	16.212	83.8
N.º 60	0.250	41.500	1.510	17.722	82.3
N.º 100	0.150	61.500	2.238	19.960	80.0
N.º 140	0.106	86.500	3.148	23.108	76.9
N.º 200	0.750	131.500	4.785	27.893	72.1
< N.º 200	-	1981.500	72.107	100.000	0.0
Total		2750.500			

Tabla 09. Resultado de ensayo granulométrico – (C-2, M-1).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
3"	76.200	0.000	0.000	0.000	100.0
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.0
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.0
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.0
3/4"	19.000	193.000	6.962	6.962	93.0
3/8"	9.500	116.500	4.203	11.165	88.8
N.º 4	4.750	97.500	3.517	14.683	85.3
N.º 10	2.000	16.000	0.577	15.260	84.7
N.º 20	0.840	22.500	0.812	16.071	83.9
N.º 40	0.425	31.500	1.136	17.208	82.8
N.º 60	0.250	51.000	1.840	19.048	81.0
N.º 100	0.150	76.500	2.760	21.807	78.2
N.º 140	0.106	64.000	2.309	24.116	75.9
N.º 200	0.750	112.000	4.040	28.157	71.8
< N.º 200	-	1991.500	71.843	100.000	0.0
Total		2772.000			

Después de haber obtenidos los resultados de las granulometrías y la clasificación de suelos según AASHTO y SUCS de ambas calicatas, se resumen de la siguiente manera:

En el caso de la calicata C-1, se determina su composición mediante los porcentajes, los cuales no tienen óptimos resultados, debido a que, al presentar el porcentaje de contenido de finos, estos representan el 72.1% de la muestra ensayada, el cual viene a ser considerado un suelo arcilloso de alta plasticidad como se visualiza en la tabla 10.

Tabla 10. Resumen de análisis – Composición física de suelo (C-1, M-1).

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
Contenido de grava presente en el suelo %	14.0
Contenido de arena presente en el suelo %	13.8
Contenido de finos presentes en el suelo %	72.1

De la misma manera se relaciona el porcentaje pasante y el diámetro de las partículas donde se muestra su comportamiento el cual se grafica en la figura 35.

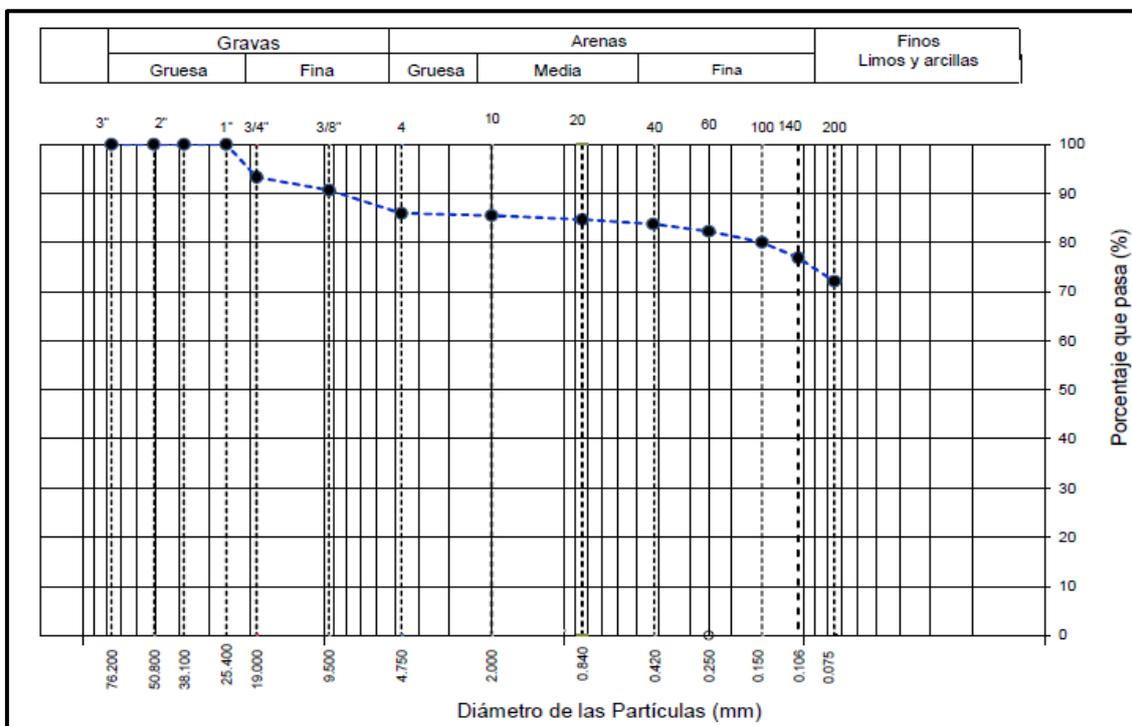


Figura 35. Curva granulométrica (C-1, M-1).

En relación con la clasificación de suelo, según SUCS las propiedades del suelo se determina como “CH” el cual está conformado por una arcilla inorgánica, y a la vez por tener su IP alta, se transforma en una arcilla limosa.

En el caso de AASHTO, el material se clasifica como suelo arcilloso, lo cual no es conveniente para una subrasante que se encuentra en superficies de fundación clasificada en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen de análisis – Clasificación del suelo (C-1, M-1).

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CH
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (9)
Nombre del grupo	Arcilla de alta plasticidad con grava

Para el caso de la calicata C-2, de igual manera se determina su composición mediante los porcentajes, los cuales obtuvieron resultados similares a la C-1, determinándose que no son óptimos, debido a que, al presentar el porcentaje de contenido de finos, estos representan el 71.8% de la muestra ensayada, el cual viene a ser considerado un suelo arcilloso de alta plasticidad mostrada en la tabla 12.

Tabla 12. Resumen de análisis – Composición física de suelo (C-2, M-1).

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
Contenido de grava presente en el suelo %	14.7
Contenido de arena presente en el suelo %	13.5
Contenido de finos presentes en el suelo %	71.8

De igual forma se relaciona el porcentaje pasante y el diámetro de las partículas donde se muestra su comportamiento el graficada en la figura 36.

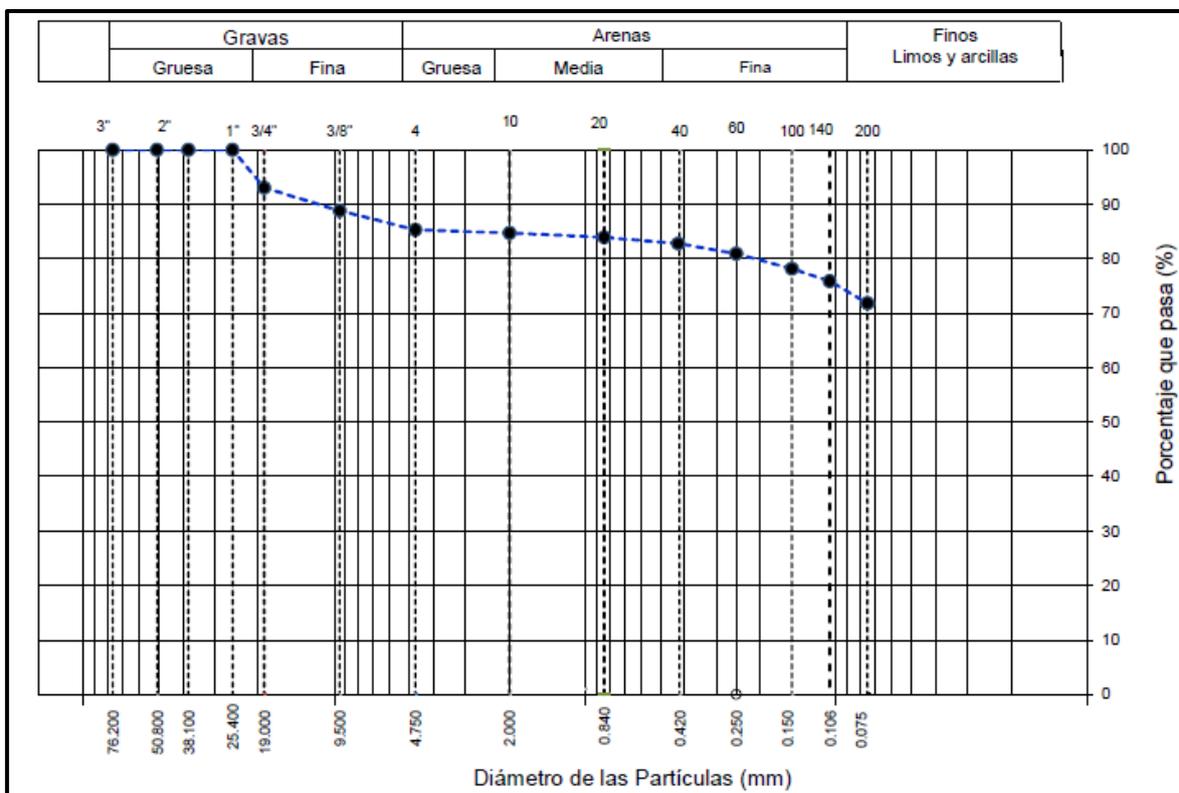


Figura 36. Curva granulométrica (C-2, M-1).

En la calicata C-2, también se clasificó según SUCS obteniendo que las propiedades del suelo son determinadas como "CH" el cual está conformado por una arcilla la cual es inorgánica de alta plasticidad.

Para AASHTO en la calicata C-2, el material se clasificó como suelo arcilloso, lo cual no es aceptable al igual que los resultados obtenidos en la C-1 como se observa en la tabla 13.

Tabla 13. Resumen de análisis – Clasificación del suelo (C-2, M-1).

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CH
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-7-6 (9)
Nombre del grupo	Arcilla de alta plasticidad con grava

4.4. Suelo en estado natural, límites de consistencia:

Los estratos fueron ensayados en el laboratorio para hallar el LP, LL y IP.

De acuerdo a los valores encontrados de las pruebas efectuadas a la masa arcillosa, se obtuvo que los resultados en el caso del límite líquido para la calicata C-1, representan el 51% de humedad, dicho valor se toma en el punto de 25 golpes, lo cual no es favorable para la subrasante y se clasifica como suelos marginales como se muestra en la figura 37 y en el caso de la muestra C-2, se obtuvo un resultado de 52 % también relacionado al número de 25 golpes como se estable los gráficos de fluidez en la figura 38.

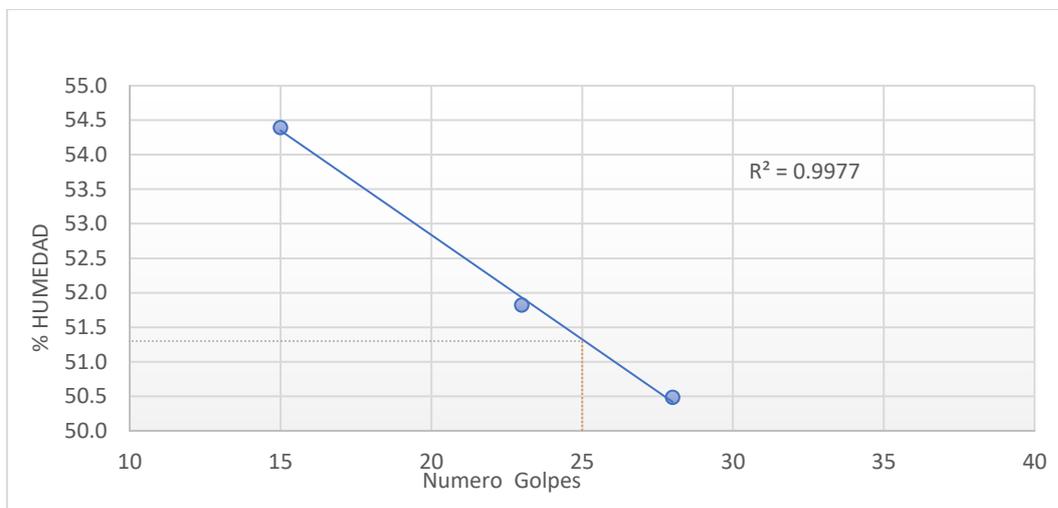


Figura 37. Gráfico - Fluidez (C-1, M-1), Limite líquido.

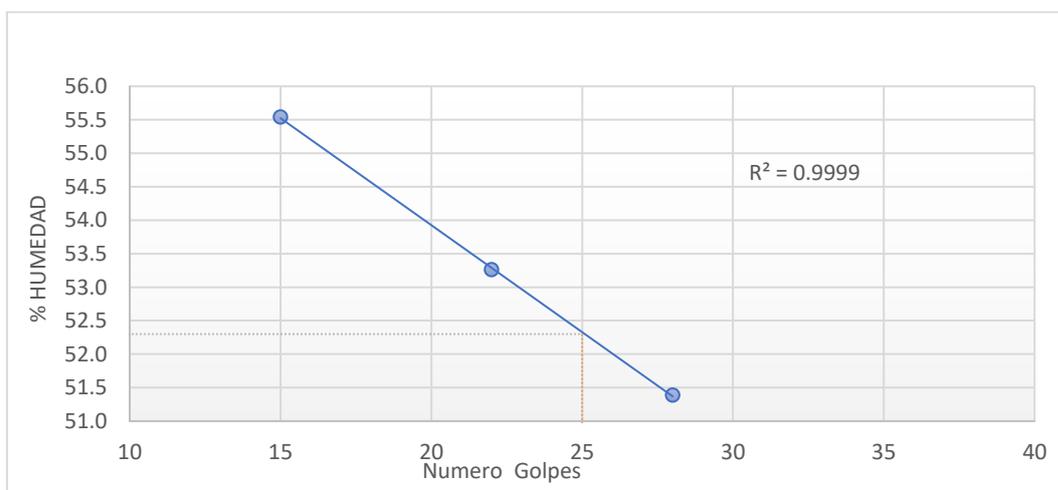


Figura 38. Gráfico - Fluidez ("C-2, M-1"), Limite líquido.

Con estos resultados se calculó el IP, mediante la resta del límite líquido con el límite plástico, obteniendo los resultados para la muestra C-1, un porcentaje de 25% y en el caso de C-2, el IP de 27%, los cuales cuentan con valores similares en ambas muestras, por lo cual se determina que son considerados como material arcilloso de alta plasticidad el cual se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. Resultados de L.C. – (C-1 y C-2).

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Ensayo de muestra (C-1, M-1)	
Límite líquido	51
Límite plástico	26
Índice de plasticidad	25
Índice de consistencia (IC)	1.8
Índice de liquidez (IL)	-0.8
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto
Ensayo de muestra (C-2, M-1)	
Límite líquido	52
Límite plástico	25
Índice de plasticidad	27
Índice de consistencia (IC)	1.7
Índice de liquidez (IL)	-0.7
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto

4.5. Suelo en estado natural, Proctor para CBR:

Este ensayo no tiene un método, debido a que el Proctor es para BCR, es por ello que solo se trabajó con el pasante de la malla $\frac{3}{4}$ y la malla n°4 en caso tenga retenidos, se realizaron 4 ensayos por cada muestra a diferentes % de humedad, En el caso de la muestra C-1 los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (11.4%), 2 – (13.2%), 3 – (15.1%) y 4 – (16.8%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.733 g/cc), 2 – (1.800g/cc), 3 – (1.806g/cc) y 4 – (1.759g/cc) y en el caso de la muestra C-2 los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el número 1 –

(10.9%), 2 – (12.8%), 3 – (14.9%) y 4 – (16.3%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.737 g/cc), 2 – (1.801g/cc), 3 – (1.807g/cc) y 4 – (1.755 g/cc) los cuales tienen alto porcentaje de humedad como se observa en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2).

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Ensayo de muestra (C-1, M-1)					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,391	10,618	10,705	10,653
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	4,099	4,326	4,413	4,361
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.931	2.038	2.079	2.054
Recipiente Numero	g	A	B	C	D
Peso de la Tara					
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	561.3	512.6	581.6	591.4
Peso Suelo Seco + Tara	g	503.9	452.8	505.3	506.3
Peso del agua	g	57.4	59.8	76.3	85.1
Peso del suelo seco	g	504	453	505	506
Contenido de agua	%	11.4	13.2	15.1	16.8
Densidad Seca	g/cc	1.733	1.800	1.806	1.759
Ensayo de muestra (C-2, M-1)					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,381	10,606	10,700	10,625
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	4,089	4,314	4,408	4,333
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.926	2.032	2.076	2.041
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	583.9	601.3	625.8	643.7
Peso Suelo Seco + Tara	g	526.5	533.1	544.6	553.5
Peso del agua	g	57.4	68.2	81.2	90.2
Peso del suelo seco	g	527	533	545	553
Contenido de agua	%	10.9	12.8	14.9	16.3
Densidad Seca	g/cc	1.737	1.801	1.807	1.755

Luego de conseguir los resultados, se calculó la densidad máxima seca, para lo cual se empleó el valor de densidad húmeda y contenido de humedad mediante la fórmula que se muestra en la figura 29. Por lo cual se obtiene como resultados

respecto a la densidad máxima seca en la C-1 un peso de 1.812 g/cm³ con 14.4 % de contenido de humedad óptima y en el caso de la C-2, 1.816 g/cm³ con 14.0 % de contenido de humedad óptima, lo cual es fundamental para el ensayo del CBR como se muestra en la tabla 16. Sin embargo, luego de alcanzar la máxima densidad seca, al continuar incrementándose la humedad, estas tienden a disminuir desfavorablemente como se observan en las curvas de las figuras 39 y 40.

Tabla 16. Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2).

Descripción	Resultados
Ensayo de muestra (C-1, M-1)	
Densidad Máxima Seca:	1.812 g/cm ³
Contenido Humedad Óptima:	14.4 %
Ensayo de muestra (C-2, M-1)	
Densidad Máxima Seca:	1.816 g/cm ³
Contenido Humedad Óptima:	14.0 %

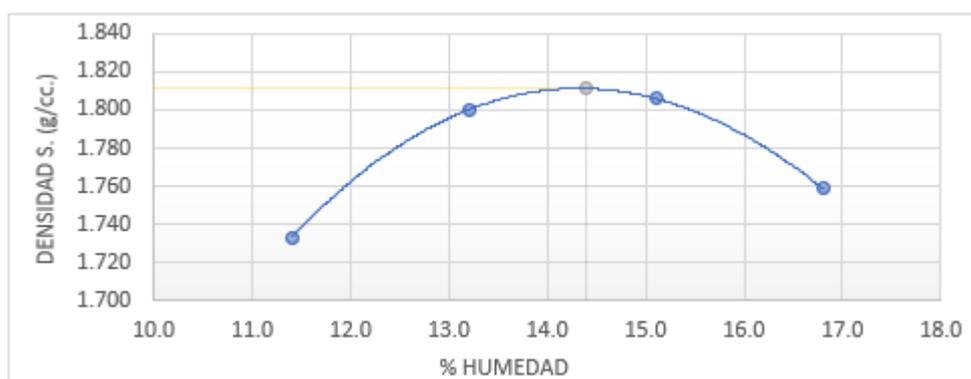


Figura 39. Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1).

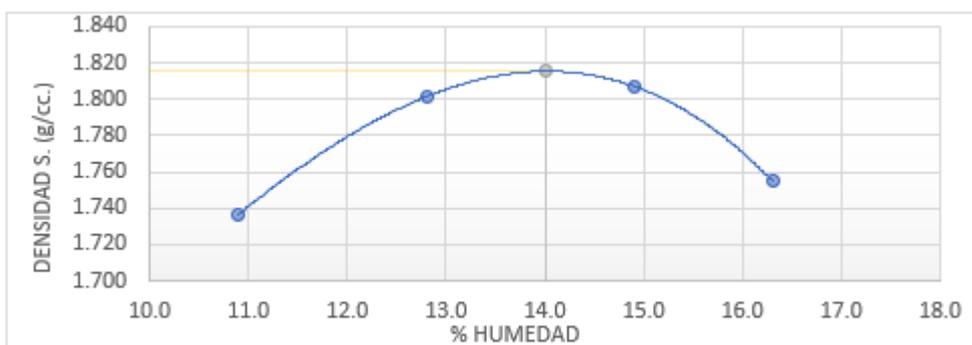


Figura 40. Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1).

4.6. Suelo C-1 y C-2, CBR:

El valor de capacidad portante se dio a saber con los valores del CBR, para ello se elaboró 3 ensayos a diferentes golpes en los cuales en la muestra C-1 obtiene la densidad seca de 1.810 g/cm² a 56 golpes, 1.725 g/cm² a 25 golpes y 1.577 g/cm² a 12 golpes y en el caso de la muestra C-2 se obtiene 1.820 g/cm² a 56 golpes, 1.736 a 25 golpes y 1.584 g/cm² a 12 golpes para luego ser saturados por cada muestra según la tabla 17 y 18.

Tabla 17. *Ensayo de Soporte de california – ASTM D1883, C-1, M-1.*

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
ENSAYO C-1, M-1						
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N.º	8		8		10	
Número de capas	4		6		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso suelo + molde (g)	12,613		12,287		12,063	
Peso molde (g)	8,186		8,094		8,186	
Peso suelo compactado (g)	4,427		4,193		3,877	
Volumen del molde (cm ³)	2,140		2,125		2,149	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.069		1.973		1.804	
Densidad Seca (g/cm ³)	1.810		1.725		1.577	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (g)						
Tara + suelo húmedo (g)	493.3		512.7		503.4	
Tara + suelo seco (g)	431.6		448.2		440.0	
Peso de agua (g)	61.7		64.5		63.4	
Peso de suelo seco (g)	431.6		448.2		440.0	
Humedad (%)	14.3		14.4		14.4	

Tabla 18. *Ensayo de Soporte de california – ASTM D1883, C-2, M-1.*

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
ENSAYO C-2, M-1						
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N.º	8		8		10	
Número de capas	4		6		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso suelo + molde (g)	12,676		12,287		12,014	
Peso molde (g)	8,251		8,089		8,170	
Peso suelo compactado (g)	4,425		4,198		3,844	
Volumen del molde (cm ³)	2,131		2,119		2,123	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.077		1.981		1.811	
Densidad Seca (g/cm ³)	1.820		1.736		1.584	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (g)						
Tara + suelo húmedo (g)	563.8		571.3		599.4	
Tara + suelo seco (g)	494.1		500.7		524.4	
Peso de agua (g)	69.7		70.6		75.0	
Peso de suelo seco (g)	494.1		500.7		524.4	
Humedad (%)	14.1		14.1		14.3	

Luego se saturaron los moldes compactados de la muestra C-1 y C-2 durante 4 días en su peor estado, tomando las medidas con el dial para luego obtener la penetración del pistón y así obtener los resultados, los cuales en la muestra C-1 de acuerdo a la penetración y la relación con su máxima densidad de 1.812 g/cm³ y al 95% un valor de 1.721 g/cm³ seca se obtuvieron los CBR de 5.4% a 56 golpes, 4.1% a 25 golpes y 2.3% a 12 golpes y en el caso de la muestra C-2 con la relación de la máxima densidad seca de 1.816 g/cm³ y al 95% un valor de 1.725 g/cm³ seca se obtuvieron los siguientes valores de 6.3% a 56 golpes, 4.6% a 25 golpes y 2.8%. cómo se puede interpretar en la gráfica en las cuales se observan los valores de CBR a 100% y 95% con diferente espesor de pulgadas de 0.1" y 0.2" mostrada en la figura 41 y 42.

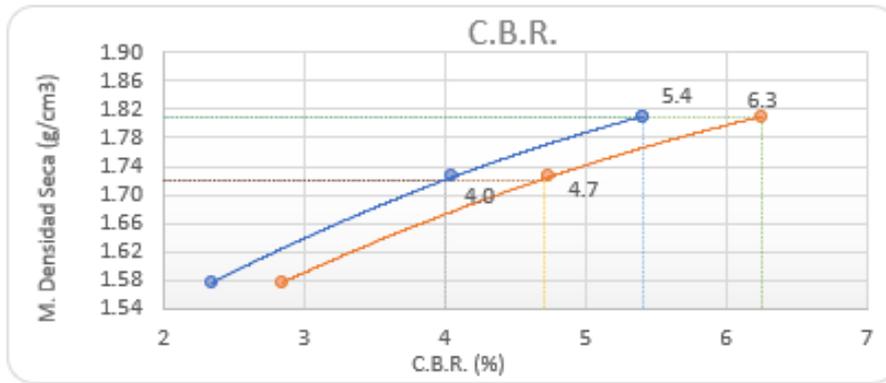


Figura 41. Ensayo de CBR (C-1, M-1).

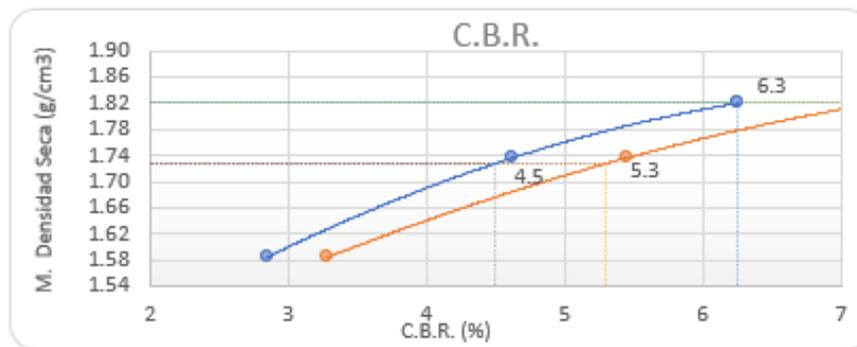


Figura 42. Ensayo de CBR (C-2, M-1).

Luego de los resultados obtenidos, según la norma se toma como referencia C.B.R. en la muestra C-1 el valor de (95% M.D.S.) 0.1" el cual representa el 4%, y en el caso de la muestra C-2 se obtuvo el 4.5%, estos valores son similares y totalmente desfavorables, ya que al contar con esos porcentajes se denomina arcilla elastoplástica elevada como se visualiza en la tabla 19 y 20.

Tabla 19. Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1).

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	5.4%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.0%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	6.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	4.7%

Tabla 20. Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1).

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	6.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.5%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	7.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	5.3%

Suelo en estado natural, corte directo:

En la prueba de resistencia al corte se dio a conocer con los valores que se obtuvieron de las muestras C-1, M-1 obteniendo el ángulo de fricción de 13.33° lo cual se interpreta como un suelo no estable y en la muestra C-2, M-1 el ángulo de fricción de 14.03°, en ambos casos las cohesiones son similares en estado natural como se demuestra en la tabla 21.

Tabla 21. Resultados de corte directo – (C-1, M-1) y (C-2, M-1).

PARAMETROS DE RESISTENCIA MAXIMA					
Muestras	τ_{max} (Kg/cm ²)			Parámetros	
σ_n (Kg/cm ²)	0.50	1.01	2.00	Cohesión c (Kg/cm ²)	Angulo de Fricción Φ (°)
C-1, M-1	0.31	0.44	0.67	0.20	13.33
C-2, M-1	0.33	0.47	0.71	0.21	14.03

De la misma manera se graficó por cada ensayo de corte pertenecientes a la muestra C-1 y C-2 demostrando la relación de la deformación tangencial versus el

esfuerzo de corte en diferentes especímenes y a diferentes esfuerzos de corte, en el caso de la muestra C-1 se observa que en los especímenes 1, 2 y 3 están sometidos a 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², obteniendo los esfuerzos de corte de 0.31, 0.44 y 0.67 kg/cm² lo cual se puede interpretar que a medida que se incrementa el esfuerzo mejora y en el caso de la muestra C-2 los esfuerzos obtenidos fueron de 0.33, 0.47 y 0.71 kg/cm² como se muestra en las figuras 43 y 44.

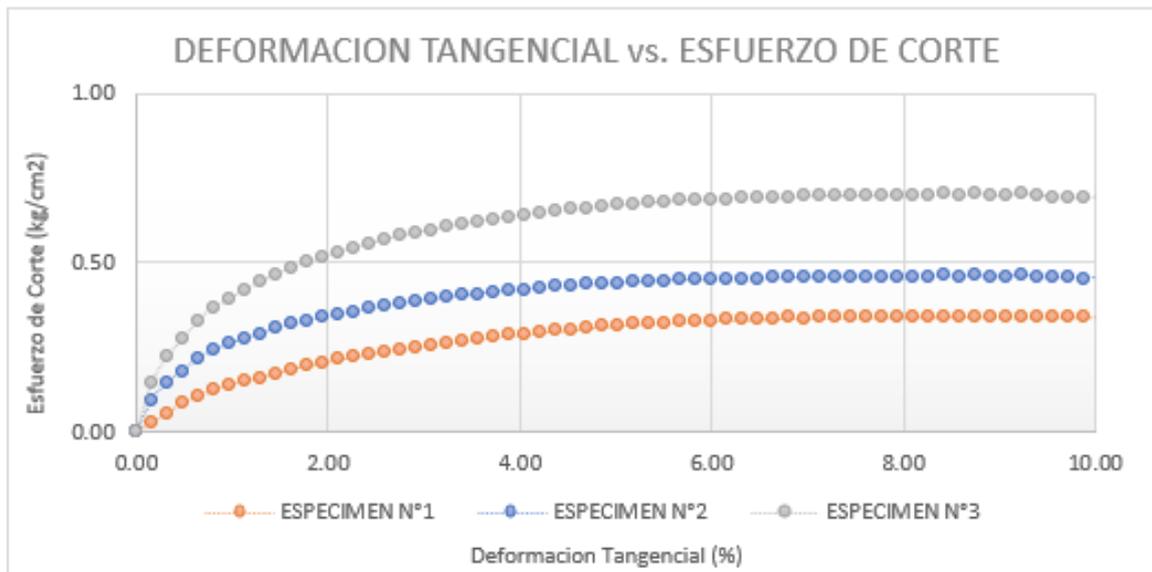


Figura 43. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1).

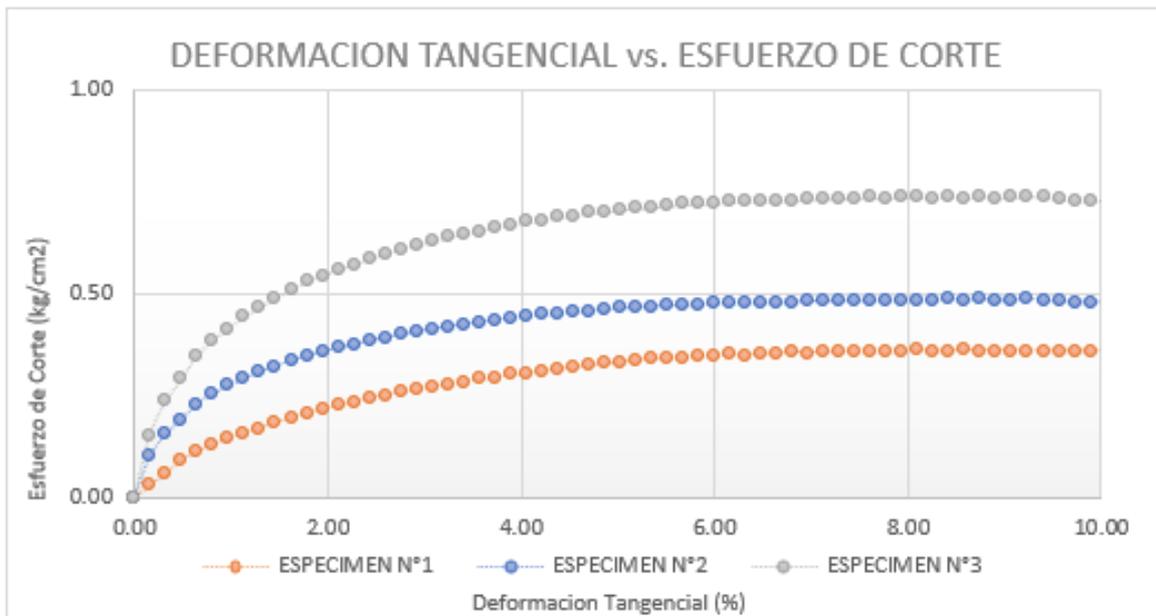


Figura 44. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1).

Así mismo se muestra el gráfico de la relación del esfuerzo normal de 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², en el caso de la muestra C-1 esfuerzos de corte de 0.31, 0.44 y 0.67 kg/cm² y en el caso de la muestra C-2 esfuerzos de corte de 0.33, 0.47 y 0.71 kg/cm² como se muestra en la gráfica de las figuras 45 y 46.

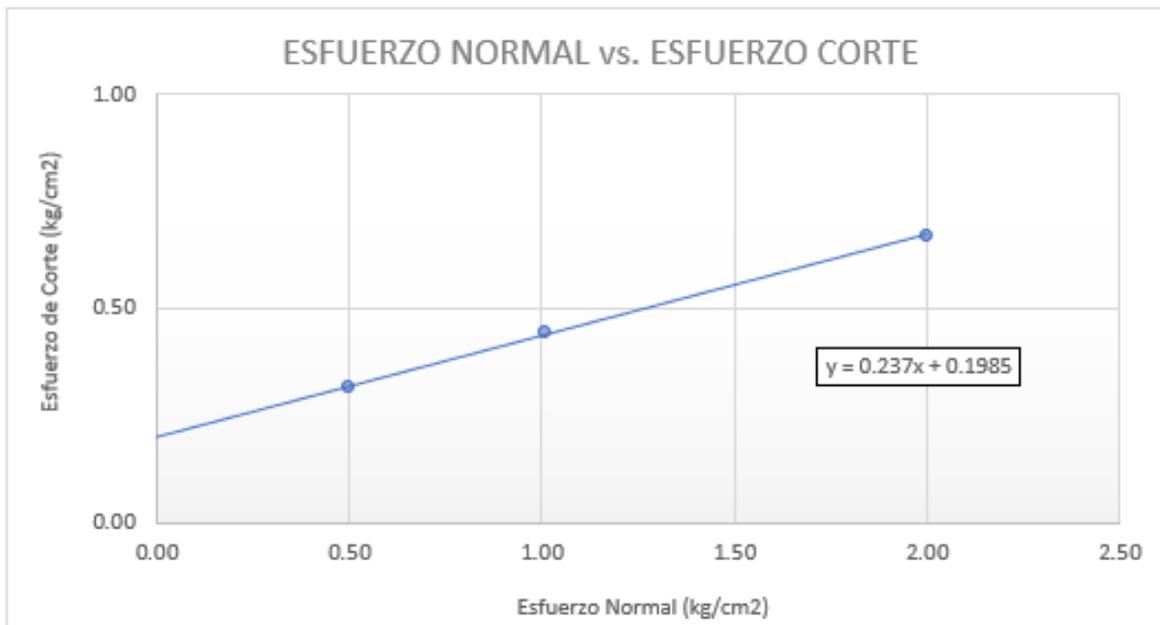


Figura 45. Esfuerzo N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1).

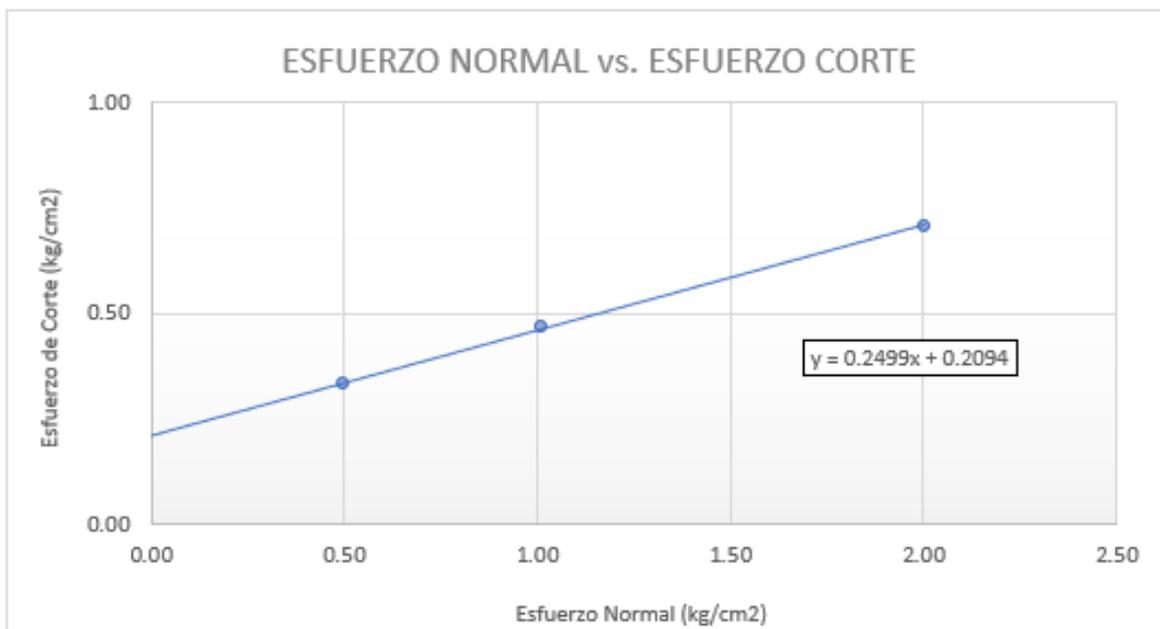


Figura 46. Esfuerzo N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1).

4.7. Suelo en estado natural + 3%, 5% y 7% (1 cm) de cerdas de fibra de PET:

4.7.1. Límites de consistencia con 3%, 5% y 7%:

Los límites de consistencia adicionando el 3%, 5% y 7% (1 cm) de cerdas de fibra de PET no se llevó a cabo, debido a que las cerdas no lograron pasar por la malla n°40, por lo cual se mantiene los mismos resultados del ensayo del material en estado natural de las muestras C-1, M-1 y C-2, M-1 detallada en la tabla 22.

Tabla 22. Resultados de límites de consistencia – (C-1 y C-2) + 3%, 5% y 7% de cerdas de fibra.

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Ensayo de muestra (C-1, M-1)	
Límite líquido	51
Límite plástico	26
Índice de plasticidad	25
índice de consistencia (IC)	1.8
índice de liquidez (IL)	-0.8
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto
Ensayo de muestra (C-2, M-1)	
Límite líquido	52
Límite plástico	25
Índice de plasticidad	27
índice de consistencia (IC)	1.7
índice de liquidez (IL)	-0.7
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto

4.7.2. Proctor para CBR con 3%, 5% y 7%.

Luego de realizar las mezclas con 3 %, 5% y 7% (1cm) de cerdas de fibra por la malla correspondiente, se realizaron 4 ensayos por cada muestra a diferentes % de humedad, peso volumétrico húmedo y la densidad seca como se observa en el caso de la muestra C-1 y C-2 adicionando 3% de cerdas de fibras. Los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (9.9%),

2 – (11.5%), 3 – (13.7%) y 4 – (15.8%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.728 g/cc), 2 – (1.782 g/cc), 3 – (1.786 g/cc) y 4 – (1.739 g/cc) y en el caso de la muestra C-2 los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (9.7%), 2 – (11.1%), 3 – (13.2%) y 4 – (15.1%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.714 g/cc), 2 – (1.775 g/cc), 3 – (1.779 g/cc) y 4 – (1.718 g/cc) los cuales tienen menor porcentaje de humedad a los del patrón como se visualiza en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 3% de cerdas de fibra.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,779	10,968	11,061	11,024
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	4,056	4,245	4,338	4,301
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.899	1.987	2.031	2.014
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	506.3	510.0	581.1	463.4
Peso del agua	g	28.2	36.4	49.3	42.6
Peso del suelo seco	g	285	316	360	270
Contenido de agua	%	9.9	11.5	13.7	15.8
Densidad Seca	g/cc	1.728	1.782	1.786	1.739
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,739	10,935	11,025	10,947
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	4,016	4,212	4,302	4,224
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.880	1.972	2.014	1.977
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	506.8	511.2	582.7	465
Peso del agua	g	27.7	35.2	47.7	41.0
Peso del suelo seco	g	286	317	361	271
Contenido de agua	%	9.7	11.1	13.2	15.1
Densidad Seca	g/cc	1.714	1.775	1.779	1.718

Se realizaron otros ensayos con la muestra C-1 y C-2 adicionando 5% de cerdas de fibras. Los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (5.5%), 2 – (8.0%), 3 – (10.7%) y 4 – (12.7%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.687 g/cc), 2 – (1.728 g/cc), 3 – (1.730 g/cc) y 4 – (1.698 g/cc) y en el caso de la muestra C-2 los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (5.0%), 2 – (7.8%), 3 – (9.9%) y 4 – (12.1%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.681 g/cc), 2 – (1.719 g/cc), 3 – (1.726 g/cc) y 4 – (1.687 g/cc) los cuales tienen menor porcentaje de humedad a los del patrón y también con la adición de 3% de cerdas de fibra como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 5% de cerdas de fibra.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,525	10,709	10,816	10,811
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	3,802	3,986	4,093	4,088
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.780	1.866	1.916	1.914
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	518.2	520.3	590.8	470.8
Peso del agua	g	16.3	26.1	39.6	35.2
Peso del suelo seco	g	297	326	370	277
Contenido de agua	%	5.5	8.0	10.7	12.7
Densidad Seca	g/cc	1.687	1.728	1.73	1.698
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,493	10,682	10,775	10,762
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	3,770	3,959	4,052	4,039
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.765	1.854	1.897	1.891
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	519.6	520.9	593.5	472.3
Peso del agua	g	14.9	25.5	36.9	33.7
Peso del suelo seco	g	298	327	372	279
Contenido de agua	%	5.0	7.8	9.9	12.1
Densidad Seca	g/cc	1.681	1.719	1.726	1.687

De la misma forma se realizó con las muestras C-1 y C-2 adicionando 7% de cerdas de fibras. Los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (5.6%), 2 – (7.9%), 3 – (10.1%) y 4 – (12.7%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.577 g/cc), 2 – (1.627 g/cc), 3 – (1.627 g/cc) y 4 – (1.586 g/cc) y en el caso de la muestra C-2 los valores obtenidos en referencia con su % de humedad se detalla en el numero 1 – (4.9%), 2 – (7.6%), 3 – (10.1%) y 4 – (12.3%) y en la densidad seca se detalla en el numero 1 – (1.584 g/cc), 2 – (1.624 g/cc), 3 – (1.623 g/cc) y 4 – (1.592 g/cc) los cuales tienen menor porcentaje de humedad a los del patrón pero se mantienen con el 5% como se visualiza en la tabla 25.

Tabla 25. Resultados de Densidad y Humedad – (C-1 y C-2) + 7% de cerdas de fibra.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883					
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,279	10,472	10,550	10,541
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	3,556	3,749	3,827	3,818
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.665	1.755	1.792	1.787
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	517.9	520.6	592.9	470.8
Peso del agua	g	16.6	25.8	37.5	35.2
Peso del suelo seco	g	297	327	372	277
Contenido de agua	%	5.6	7.9	10.1	12.7
Densidad Seca	g/cc	1.577	1.627	1.627	1.586
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	10,272	10,455	10,539	10,541
Peso Suelo Húmedo Compactado	g	3,549	3,732	3,816	3,818
Peso Volumétrico Húmedo	g	1.662	1.747	1.787	1.787
Recipiente Numero		A	B	C	D
Peso de la Tara	g				
Peso Suelo Húmedo + Tara	g	534.5	546.4	630.4	506.0
Peso Suelo Seco + Tara	g	519.9	521.5	592.9	471.80
Peso del agua	g	14.6	24.9	37.5	34.2
Peso del suelo seco	g	299	328	372	278
Contenido de agua	%	4.9	7.6	10.1	12.3
Densidad Seca	g/cc	1.584	1.624	1.623	1.592

Por lo cual se obtuvieron como resultados respecto a la densidad máxima seca con el porcentaje de 3%, en la C-1 un peso de 1.793 (g/cm³) con 12.7 % de contenido de humedad optima y en el caso de la C-2, 1.789 gr/cm³ con 12.2 % de contenido de humedad optima, lo cual es fundamental para el ensayo del CBR como se muestra en la tabla 26. Sin embargo, luego de alcanzar la máxima densidad seca, al continuar incrementándose la humedad, estas tienden a disminuir desfavorablemente como se observan en las curvas de las figuras 47 y 48.

Tabla 26. Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 3% de cerdas de fibra.

Descripción	Resultados
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.793 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	12.7 %
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.789 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	12.2 %

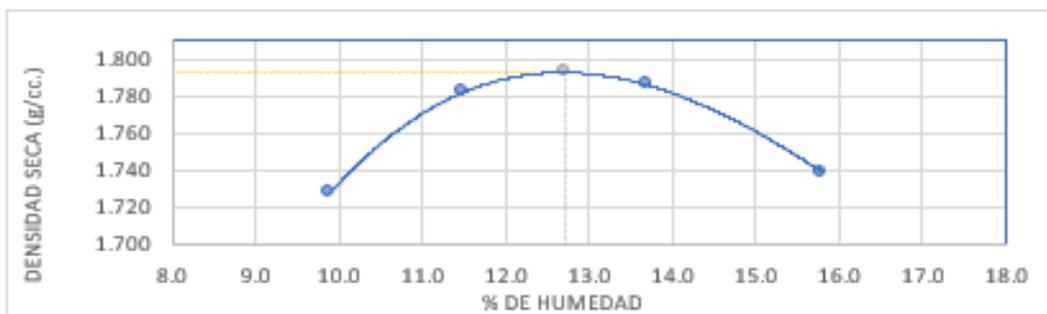


Figura 47. Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

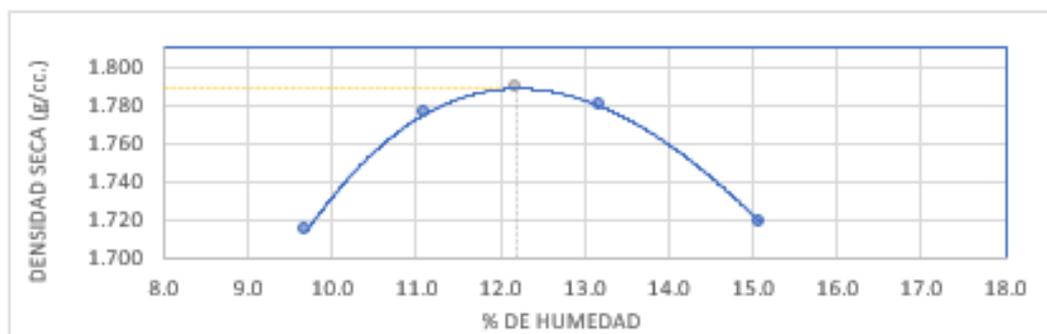


Figura 48. Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

De la misma manera se obtuvieron como resultados respecto a la densidad máxima seca con el 5% en la C-1 el valor de 1.736 g/cm³ con 9.5% de contenido de h. optima y en el caso de la C-2, 1.728 gr/cm³ con 9.2 % de contenido de h. optima, lo cual es fundamental para el ensayo del CBR como se muestra en la tabla 27. Sin embargo, luego de alcanzar la máxima densidad seca, al continuar incrementándose la humedad, estas también tienden a disminuir desfavorablemente como se observan en las curvas de las figuras 49 y 50.

Tabla 27. Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 5% de cerdas de fibra.

Descripción	Resultados
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.736 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	9.5 %
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.728 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	9.2 %

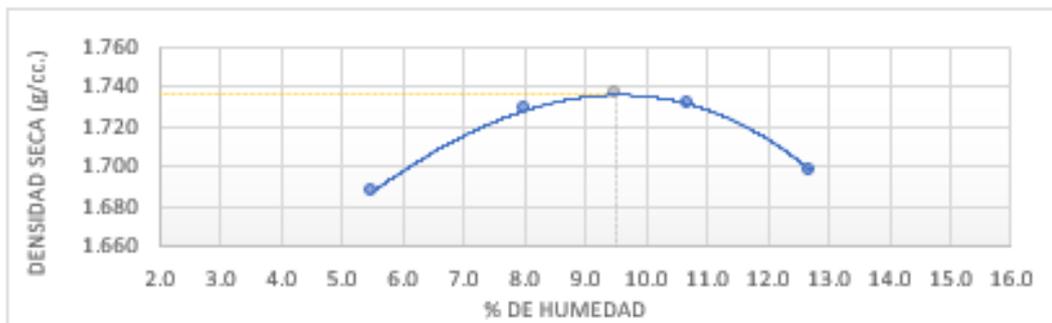


Figura 49. Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.

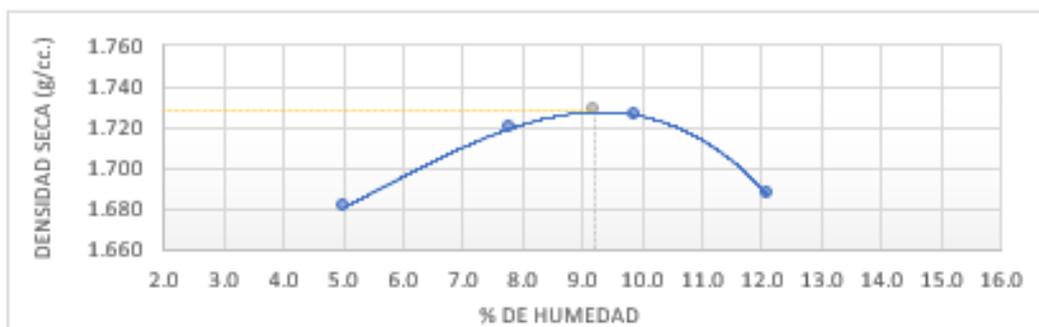


Figura 50. Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.

De la misma manera se obtuvieron como resultados respecto al 7% en la C-1 un peso de 1.633 g/cm³ con 9.0 % y en el caso de la C-2, 1.628 gr/cm³ con 8.8 % de contenido de humedad optima, lo cual es fundamental para el ensayo del CBR como se muestra en la tabla 28. Sin embargo, luego de alcanzar la máxima densidad seca, al continuar incrementándose la humedad, estas también tienden a disminuir como se observan en las curvas de las figuras 51 y 52.

Tabla 28. Proctor: densidad y humedad – (C-1, C-2) + 7% de cerdas de fibra.

Descripción	Resultados
Ensayo de muestra (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.633 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	9.0 %
Ensayo de muestra (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra	
Densidad Máxima Seca:	1.628 g/cm ³
Contenido Humedad Optima:	8.8 %

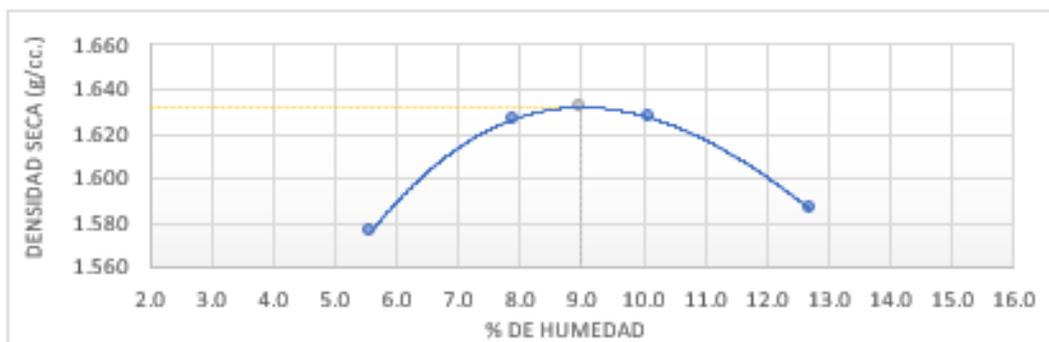


Figura 51. Relación de Densidad-Humedad (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

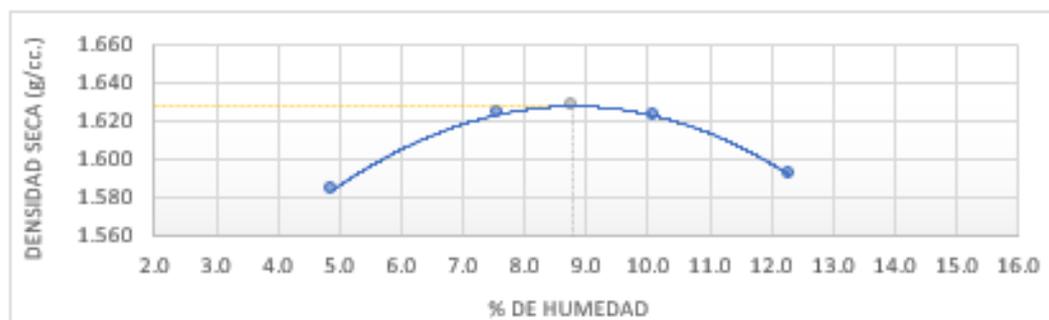


Figura 52. Relación de Densidad-Humedad (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

4.7.3. CBR con 3%, 5% y 7% (1 cm):

En la capacidad portante se dio a conocer con los resultados del CBR, para ello se elaboró 3 ensayos a diferentes golpes en los cuales en la muestra C-1 con la adición de 3% de cerdas de fibras, en la cual obtuvo la densidad seca de 1.795 g/cm² a 56 golpes, 1.704 g/cm² a 25 golpes y 1.616 g/cm² a 12 golpes así mismo una penetración con 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (6.4%), 5 (5.3%) y 6 (3.3), mayores al patrón lo cual es mejor, como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Ensayo de Soporte de California C-1 + 3% de Cerdas de Fibra.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
ENSAYO C-1, M-1 + 3% de Cerdas de Fibra													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N.º	4				5				6				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				10				
Condición de la muestra	No Saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		
Peso suelo + molde (g)	9,119				8,807				11,914				
Peso molde (g)	4,821				4,712				8,030				
Peso suelo compactado (g)	4,298				4,095				3,884				
Volumen del molde (cm ³)	2,125				2,132				2,133				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.023				1.921				1.821				
Densidad Seca (g/cm ³)	1.795				1.704				1.616				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (g)													
Tara + suelo húmedo (g)	641.3				598.1				548.6				
Tara + suelo seco (g)	579.9				541.4				497.7				
Peso de agua (g)	81.4				56.7				50.9				
Peso de suelo seco (g)	483.6				446.6				440.6				
Humedad (%)	12.7				12.7				12.7				
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%
0.025		28	1.3			21	1.1			12	0.6		
0.050		48	2.4			40	2.0			23	1.1		

0.075		70	3.5			56	2.8			35	1.7		
0.100	70.307	89	4.4	4.5	6.4	79	3.9	3.7	5.3	47	2.3	2.3	3.3
0.150		129	6.4			110	5.4			68	3.4		
0.200	105.46	165	8.2	8.0	7.6	140	6.9	6.9	6.5	94	4.7	4.8	4.6
0.300		220	10.9			185	9.2			130	6.4		
0.400		259	12.8			218	10.8			149	7.4		
0.500		285	14.1			230	11.4			154	7.6		

Como también se dio a conocer con la adición de 3% de cerdas de fibras en la muestra C-2, se obtuvo la densidad seca de 1.789 g/cm² a 56 golpes, 1.700 g/cm² a 25 golpes y 1.610 g/cm² a 10 golpes así mismo una penetración con 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (6.0%), 5 (4.8%) y 6 (3.1), mayores al patrón lo cual es mejor, como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. *Ensayo de Soporte de california C-2 + 3% de Cerdas de Fibra.*

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
ENSAYO C-2, M-1 + 3% de Cerdas de Fibra						
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N.º	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso suelo + molde (g)	9,083		8,778		11,880	
Peso molde (g)	4,821		4,712		8,030	
Peso suelo compactado (g)	4,262		4,066		3,850	
Volumen del molde (cm ³)	2,125		2,132		2,133	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,005		1,907		1,805	
Densidad Seca (g/cm ³)	1,789		1,700		1,610	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (g)						
Tara + suelo húmedo (g)	641.3		598.1		548.6	
Tara + suelo seco (g)	582.5		543.4		499.9	
Peso de agua (g)	58.8		54.7		48.7	
Peso de suelo seco (g)	486.2		448.6		402.8	
Humedad (%)	12.1		12.2		12.1	
PENETRACIÓN						

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%
0.025		25	1.2			20	1.0			11	0.5		
0.050		46	2.3			38	1.9			22	1.1		
0.075		67	3.3			54	2.7			34	1.7		
0.100	70.307	85	4.2	4.2	6.0	70	3.5	3.4	4.8	45	2.2	2.2	3.1
0.150		124	6.1			99	4.9			69	3.4		
0.200	105.46	158	7.8	7.6	7.2	133	6.6	6.4	6.1	92	4.6	4.6	4.3
0.300		211	10.4			177	8.8			125	6.2		
0.400		248	12.3			209	10.3			143	7.1		
0.500		273	13.5			220	10.9			148	7.3		

De igual manera se dio a conocer con la adición de 5% de cerdas de fibras en la muestra C-1, se obtuvo la densidad seca de 1.735 g/cm² a 56 golpes, 1.649 g/cm² a 25 golpes y 1.563 g/cm² a 10 golpes así mismo una penetración con 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (10.4%), 5 (8.5%) y 6 (5.1), mayores al patrón lo cual es mejor, como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Ensayo de Soporte de california C-1 + 5% de Cerdas de Fibra.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
ENSAYO C-1, M-1 + 5% de Cerdas de Fibra						
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N.º	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso suelo + molde (g)	8,859		8,565		11,680	
Peso molde (g)	4,821		4,712		8,030	
Peso suelo compactado (g)	4,038		3,853		3,650	
Volumen del molde (cm ³)	2,125		2,132		2,133	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.900		1.807		1.711	
Densidad Seca (g/cm ³)	1.735		1.649		1.563	

CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (g)													
Tara + suelo húmedo (g)	641.3					598.1					548.6		
Tara + suelo seco (g)	594.0					554.0					509.4		
Peso de agua (g)	47.3					44.1					39.2		
Peso de suelo seco (g)	497.7					459.2					412.3		
Humedad (%)	9.5					9.6					9.5		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%
0.025		42	2.1			34	1.7			19	0.9		
0.050		77	3.8			64	3.2			37	1.8		
0.075		112	5.5			90	4.5			56	2.8		
0.100	70.307	142	7.0	7.3	10.4	126	6.2	6.0	8.5	75	3.7	3.6	5.1
0.150		206	10.2			176	8.7			109	5.4		
0.200	105.46	264	13.1	13.1	12.4	224	11.1	11.1	10.5	150	7.4	7.4	7.0
0.300		352	17.4			296	14.7			208	10.3		
0.400		414	20.5			349	17.3			238	11.8		
0.500		456	22.6			368	18.2			247	12.2		

Los resultados con la adición de 5% de cerdas de fibras en la muestra C-2, se obtuvo la densidad seca de 1.728 g/cm² a 56 golpes, 1.642 g/cm² a 25 golpes y 1.555 g/cm² a 12 golpes así mismo una penetración con 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (9.7%), 5 (8.2%) y 6 (4.8), mayores al patrón lo cual es mejor y similares a la muestra C-1, como se observa en la tabla 32.

Tabla 32. Ensayo de valor de soporte de california C-2 + 5% de Cerdas de Fibra.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883						
ENSAYO C-2, M-1 + 5% de Cerdas de Fibra						
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N.º	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	No Saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso suelo + molde (g)	8,831		8,534		11,649	
Peso molde (g)	4,821		4,712		8,030	
Peso suelo compactado (g)	4,010		3,822		3,619	

Volumen del molde (cm ³)	2,125		2,132		2,133								
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.887		1.793		1.697								
Densidad Seca (g/cm ³)	1.728		1.642		1.555								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (g)													
Tara + suelo húmedo (g)	641.3		598.1		548.6								
Tara + suelo seco (g)	595.4		555.7		510.9								
Peso de agua (g)	45.9		42.4		37.7								
Peso de suelo seco (g)	499.1		460.9		413.8								
Humedad (%)	9.2		9.2		9.1								
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%
0.025		40	2.0			32	1.6			18	0.9		
0.050		73	3.6			60	3.0			35	1.7		
0.075		108	5.2			85	4.2			53	2.6		
0.100	70.307	134	6.6	6.8	9.7	119	5.9	5.8	8.2	71	3.5	3.4	4.8
0.150		195	9.7			166	8.2			103	5.1		
0.200	105.46	249	12.3	12.2	11.6	212	10.5	10.4	9.9	142	7.0	7.0	6.6
0.300		332	16.4			280	13.9			196	9.7		
0.400		391	19.4			330	16.3			225	11.1		
0.500		431	21.3			348	17.2			233	11.5		

En el caso de la adición de 7% de cerdas de fibras en la muestra C-1, se obtuvo la densidad seca de 1.633 g/cm² a 56 golpes, 1.551 g/cm² a 25 golpes y 1.470 g/cm² a 12 golpes así mismo una penetración de 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (3.6%), 5 (3.0%) y 6 (1.8), mucho menores a los porcentajes de adición y patrón lo cual no es una mejora, como se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Ensayo de Soporte de california C-1 + 7% de Cerdas de Fibra.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883														
ENSAYO C-1, M-1 + 7% de Cerdas de Fibra														
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)														
Molde N.º	4			5			6							
Número de capas	5			5			5							
Número de golpes	56			25			10							
Condición de la muestra	No Saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado			
Peso suelo + molde (g)	8,606				8,316				11,447					
Peso molde (g)	4,821				4,712				8,030					
Peso suelo compactado (g)	3,785				3,604				3,417					
Volumen del molde (cm³)	2,125				2,132				2,133					
Densidad húmeda (g/cm³)	1.781				1.691				1.602					
Densidad Seca (g/cm³)	1.633				1.551				1.470					
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Peso de tara (g)														
Tara + suelo húmedo (g)	641.3				598.1				548.6					
Tara + suelo seco (g)	595.8				556.5				511.3					
Peso de agua (g)	45.5				41.6				37.3					
Peso de suelo seco (g)	499.5				461.7				414.2					
Humedad (%)	9.1				9.0				9.0					
PENETRACIÓN														
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		kg	kg/cm²	kg/cm²	Cbr%	kg	kg/cm²	kg/cm²	Cbr%	kg	kg/cm²	kg/cm²	Cbr%	
0.025		15	0.7			12	0.6			7	0.3			
0.050		27	1.3			23	1.1			13	0.6			
0.075		40	2.0			32	1.6			20	1.0			
0.100	70.307	51	2.5	2.5	3.6	45	22	2.1	3.0	29	1.4	1.3	1.8	
0.150		73	3.6			63	3.1			42	2.1			
0.200	105.46	90	4.5	4.4	4.2	76	3.8	3.8	3.6	58	2.9	2.8	2.7	
0.300		125	6.2			105	5.2			76	3.8			
0.400		147	7.3			124	6.1			86	4.3			
0.500		162	8.0			131	6.5			89	4.4			

Para la muestra C-2 con 7% de cerdas de fibras, se obtuvo la densidad seca de 1.628 g/cm² a 56 golpes, 1.547 g/cm² a 25 golpes y 1.465 g/cm² a 12 golpes así mismo una penetración de 0.100 pulg se obtuvo el valor de CBR en los moldes 4 (3.3%), 5 (2.7%) y 6 (1.7), mucho menores a los porcentajes de adición y patrón lo cual no es favorable, como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. *Ensayo de Soporte de california C-2 + 7% de Cerdas de Fibra.*

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883													
ENSAYO C-2, M-1 + 7% de Cerdas de Fibra													
CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N.º	4				5				6				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				10				
Condición de la muestra	No Saturado		Saturado		No saturado		Saturado		No saturado		Saturado		
Peso suelo + molde (g)	8,585				8,300				11,430				
Peso molde (g)	4,821				4,712				8,030				
Peso suelo compactado (g)	3,764				3,588				3,400				
Volumen del molde (cm ³)	2,125				2,132				2,133				
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,771				1,683				1,594				
Densidad Seca (g/cm ³)	1,628				1,547				1,465				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (g)													
Tara + suelo húmedo (g)	641.3				598.1				548.6				
Tara + suelo seco (g)	597.2				557.4				512.1				
Peso de agua (g)	44.1				40.7				38.5				
Peso de suelo seco (g)	500.9				462.6				415.0				
Humedad (%)	8.8				8.8				8.8				
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N°4				Molde N°5				Molde N°6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	Cbr%
0.025		13	0.6			11	0.5			6	0.3		
0.050		24	1.2			20	1.0			12	0.6		
0.075		36	1.8			28	1.4			18	0.9		

0.100	70.307	45	2.2	2.3	3.3	40	2.0	1.9	2.7	26	1.3	1.2	1.7
0.150		65	3.2			56	2.8			37	1.8		
0.200	105.46	80	4.0	4.1	3.9	68	3.4	3.4	3.2	52	2.6	2.5	2.4
0.300		111	5.5			93	4.6			68	3.4		
0.400		131	6.5			110	5.4			77	3.8		
0.500		144	7.1			117	5.8			79	3.9		

Luego se saturaron los moldes compactados de la muestra C-1 y C-2 con 3% de cerdas de fibra durante 4 días en su peor estado, tomando las medidas con el dial para luego obtener la penetración del pistón y así obtener los resultados, los cuales en la muestra C-1 de acuerdo a la penetración y la relación con la máxima densidad de 1.793 g/cm³ y al 95% un valor de 1.703 g/cm³ seca se obtuvieron los CBR de 6.4% a 56 golpes, 5.3% a 25 golpes y 3.3% a 12 golpes y en el caso de la muestra C-2 con la relación de la máxima densidad seca de 1.789 g/cm³ y al 95% un valor de 1.700 g/cm³ seca se obtuvieron los siguientes valores de 6.0% a 56 golpes, 4.8% a 25 golpes y 3.1%. cómo se puede interpretar en la gráfica en las cuales se observan los valores de CBR a 100% y 95% con diferente espesor de pulgadas de 0.1" y 0.2" mostrada en la figura 53 y 54.

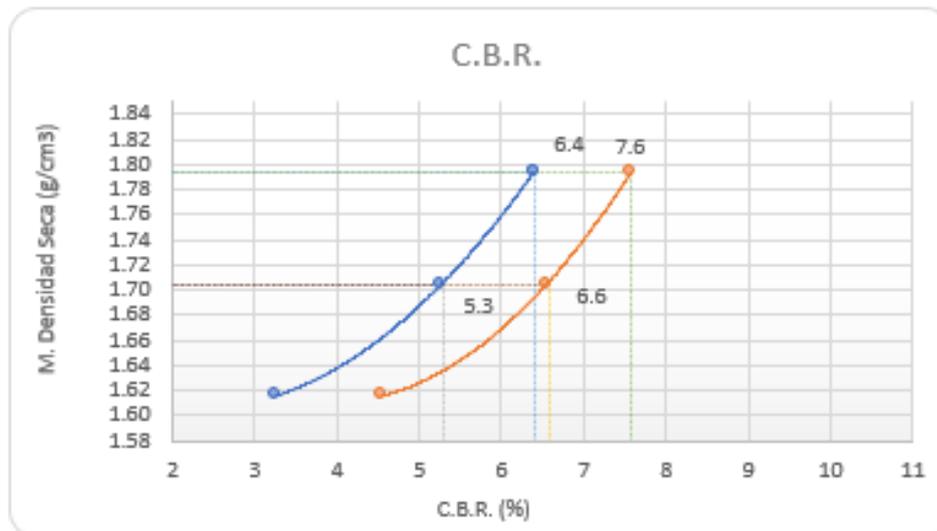


Figura 53. Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

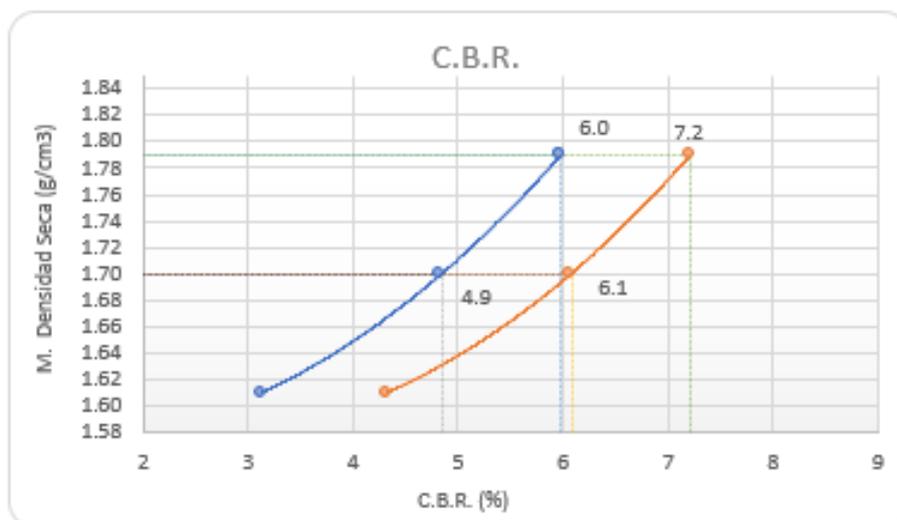


Figura 54. Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

Luego de los resultados obtenidos, según la norma se toma como referencia C.B.R. en la muestra C-1 el valor de (95% M.D.S.) 0.1" el cual representa el 5.3%, y en el caso de la muestra C-2 se obtuvo el 4.5%, estos valores son similares y van en aumento en relación con el estado de suelo natural los cuales se en las tablas 35 y 36.

Tabla 35. Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	6.4%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	5.3%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	7.6%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	6.6%

Tabla 36. Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 3% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	6.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.9%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	7.2%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	6.1%

Así mismo se saturaron los moldes compactados de la muestra C-1 y C-2 con 5% obteniendo los resultados los cuales en la muestra C-1 de acuerdo a la penetración y la relación con la máxima densidad de 1.736 g/cm³ y al 95% un valor de 1.649 g/cm³ seca se obtuvieron los CBR de 10.4% a 56 golpes, 8.5% a 25 golpes y 5.1% a 12 golpes y en el caso de la muestra C-2 con la relación de la máxima densidad seca de 1.728 g/cm³ y al 95% un valor de 1.642 g/cm³ seca se obtuvieron los siguientes valores de 9.7% a 56 golpes, 8.2% a 25 golpes y 4.8%. cómo se puede interpretar en la gráfica en las cuales se observan los valores de CBR a 100% y 95% con diferente espesor de pulgadas de 0.1" y 0.2" mostrada en la figura 55 y 56.

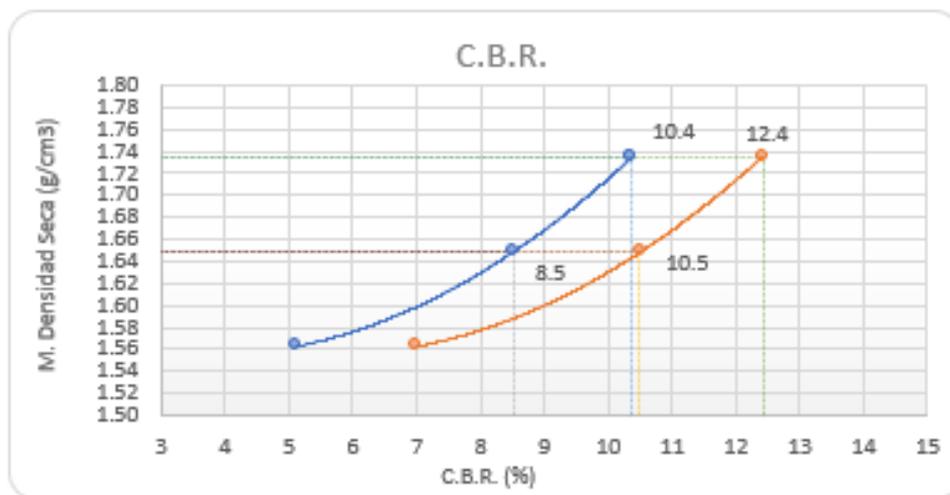


Figura 55. Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 5 de Cerdas de Fibra.

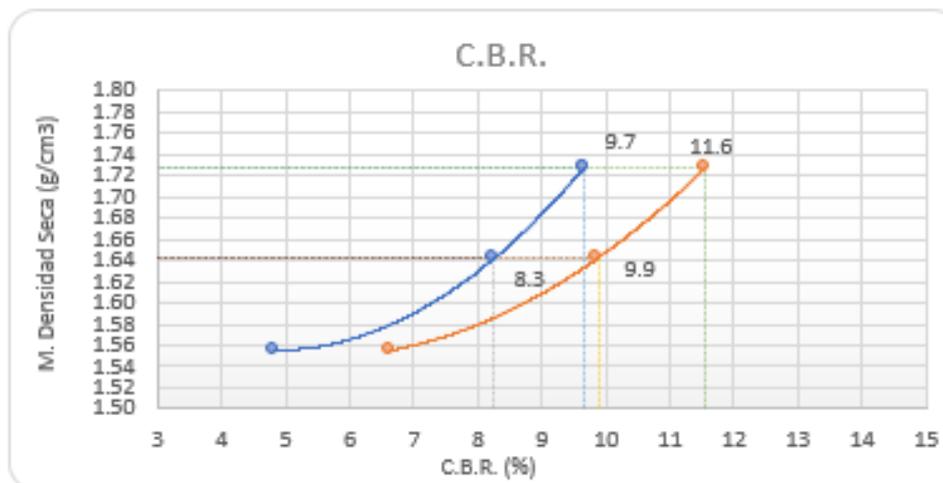


Figura 56. Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.

Asimismo, de los resultados obtenidos, según la norma se toma como referencia C.B.R. en la muestra C-1 el valor de (95% M.D.S.) 0.1" el cual representa el 8.5, y en el caso de la muestra C-2 se obtuvo el 8.3%, estos valores son similares y van en aumento en relación con el estado de suelo natural y sobre encima de la adición del 3% los cuales se visualiza en las tablas 37 y 38.

Tabla 37. Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	10.4%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	8.5%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	12.4%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	10.5%

Tabla 38. Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 5% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	9.7%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	8.3%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	11.6%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	9.9%

De la misma manera se saturaron los moldes compactados de la muestra C-1 y C-2 con 7% obteniendo los resultados los cuales en la muestra C-1 de acuerdo a la penetración y la relación con la máxima densidad de 1.633 g/cm³ y al 95% un valor de 1.551 g/cm³ seca se obtuvieron los CBR de 3.6% a 56 golpes, 3.0% a 25 golpes y 1.8% a 12 golpes y en el caso de la muestra C-2 con la relación de la máxima densidad seca de 1.628 g/cm³ y al 95% un valor de 1.547 g/cm³ seca se obtuvieron los siguientes valores de 3.3% a 56 golpes, 2.7% a 25 golpes y 1.7%. cómo se puede interpretar en la gráfica en las cuales se observan los valores de CBR a

100% y 95% con diferente espesor de pulgadas de 0.1" y 0.2" mostrada en la figura 57 y 58.

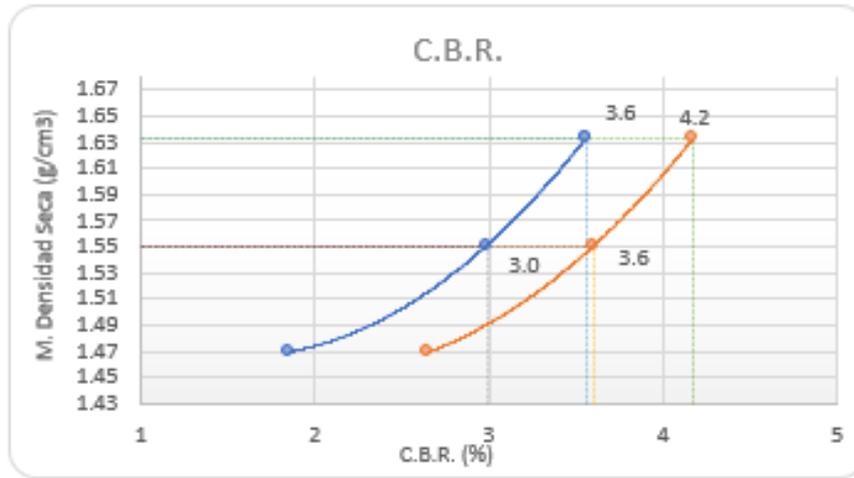


Figura 57. Ensayo de CBR (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

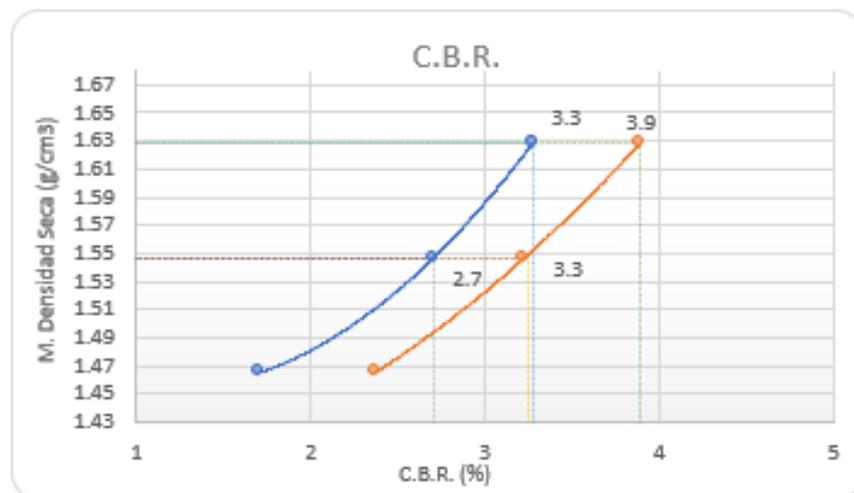


Figura 58. Ensayo de CBR (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

Los resultados obtenidos, según la norma se toma como referencia C.B.R. en la muestra C-1 el valor de (95% M.D.S.) 0.1" el cual representa el 3.0%, y en el caso de la muestra C-2 se obtuvo el 2.7%, estos valores son similares, pero no son favorables en el CBR los cuales son mostradas en las tablas 39 y 40.

Tabla 39. Resultados de ensayos de CBR – (C-1, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	3.6%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	3.0%

Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	4.2%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	3.6%

Tabla 40. Resultados de ensayos de CBR – (C-2, M-1) + 7% de Cerdas de Fibra.

DESCRIPCIÓN	CBR
Resultados - 0.1"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	3.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	2.7%
Resultados - 0.2"	
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	3.9%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":	3.3%

4.7.4. Corte directo con 3%, 5% y 7% (1cm):

En el ensayo de resistencia al corte se dio a conocer con los resultados de corte directo de la muestra C-1, M-1 con la adición de 3% de cerdas de fibras obteniendo el ángulo de fricción de 15.4° y en la muestra C-2, M-1 el ángulo de fricción de 16.3°, los valores obtenidos son diferentes y favorables que al del patrón mostradas en la tabla 41.

Tabla 41. Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 3% de Cerdas de Fibra.

PARAMETROS DE RESISTENCIA MAXIMA + 3% DE CERDAS DE FIBRA					
Muestras	τmax (Kg/cm ²)			Parámetros	
σ _n (Kg/cm ²)	0.50	1.01	2.00	Cohesión c (Kg/cm ²)	Angulo de Fricción Φ (°)
C-1, M-1	0.35	0.52	0.77	0.22	15.4
C-2, M-1	0.37	0.55	0.81	0.24	16.3

Con respecto a la adición de 5% de cerdas de fibra se obtuvieron en la muestra C-1, M-1 fueron de 17.0° y en la muestra C-2, M-1 el ángulo de fricción de 18.0°, los valores obtenidos son diferentes y más favorables que al del patrón y 3% mostrada en la tabla 42.

Tabla 42. Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 5% de Cerdas de Fibra.

PARAMETROS DE RESISTENCIA MAXIMA + 5% DE CERDAS DE FIBRA					
Muestras	τ_{max} (Kg/cm ²)			Parámetros	
σ_n (Kg/cm ²)	0.50	1.01	2.00	Cohesión c (Kg/cm ²)	Angulo de Fricción Φ (°)
C-1, M-1	0.40	0.52	0.85	0.23	17.0
C-2, M-1	0.42	0.56	0.90	0.25	18.0

Con la adición de 7% de cerdas, en la muestra C-1, M-1 fueron de 13.8° y en la muestra C-2, M-1 el ángulo de fricción de 14.5°, los valores obtenidos son diferentes a los del patrón y son desfavorables como se observa en la tabla 43.

Tabla 43. Resultados de corte directo - C-1 y C-2 + 7% de Cerdas de Fibra.

PARAMETROS DE RESISTENCIA MAXIMA + 7% DE CERDAS DE FIBRA					
Muestras	τ_{max} (Kg/cm ²)			Parámetros	
σ_n (Kg/cm ²)	0.50	1.01	2.00	Cohesión c (Kg/cm ²)	Angulo de Fricción Φ (°)
C-1, M-1	0.35	0.52	0.77	0.26	13.8
C-2, M-1	0.41	0.54	0.80	0.28	14.5

De la misma manera se grafica por cada ensayo de corte pertenecientes a la muestra C-1 y C-2 adicionando el 3% de cerdas de fibra, demostrando la relación de la deformación tangencial versus el esfuerzo de corte en diferentes especímenes y a diferentes esfuerzos de corte, en el caso de la muestra C-1 se observa que en los especímenes 1, 2 y 3 están sometidos a 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², obteniendo los esfuerzos de corte de 0.35 , 0.52 y 0.77 kg/cm² lo cual se puede interpretar que a medida que se incrementa el esfuerzo mejora y en el caso de la muestra C-2 los

esfuerzos obtenidos fueron de 0.41, 0.54 y 0.80 kg/cm² como se muestra en las figuras 59 y 60.

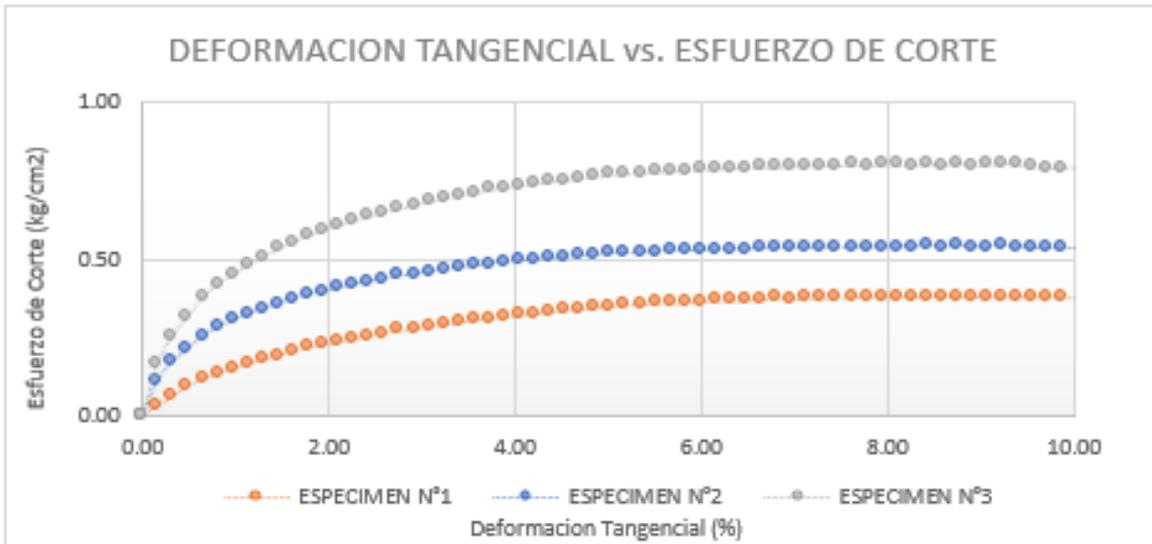


Figura 59. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 3% de fibra.

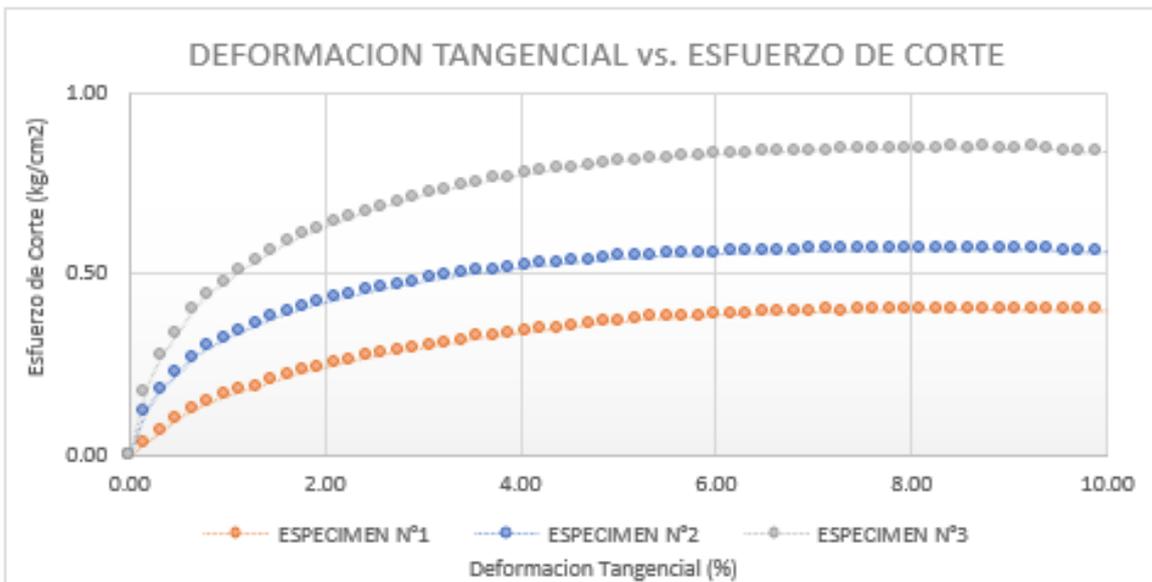


Figura 60. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 3% de fibra.

En el caso de la adición de 5% de cerdas de fibra de la muestra C-1 se observa que en los especímenes 1, 2 y 3 están sometidos a 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², obteniendo los esfuerzos de corte de 0.40, 0.52 y 0.85 kg/cm² lo cual se puede interpretar que a medida que se incrementa el esfuerzo mejora y en el caso de la muestra C-2 los esfuerzos obtenidos fueron de 0.42, 0.56 y 0.90 kg/cm² como se muestra en las figuras 61 y 62.

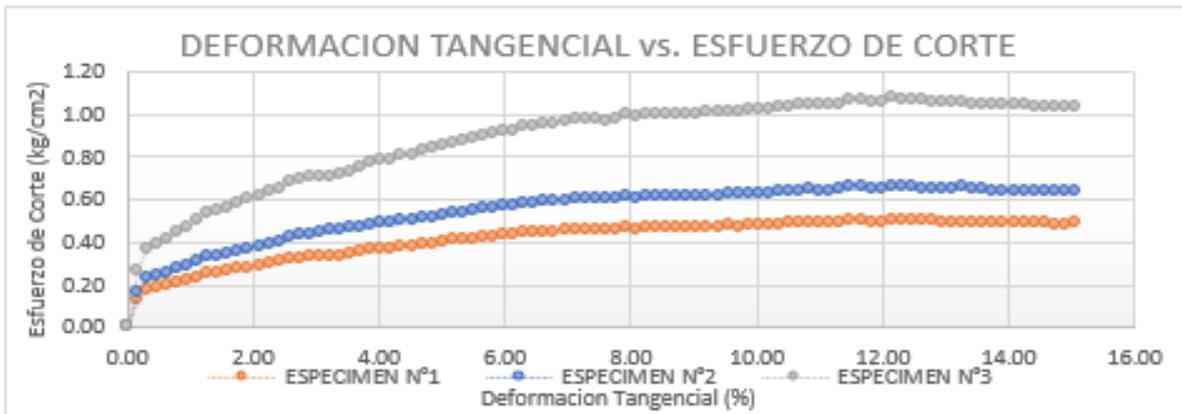


Figura 61. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 5% de fibra.

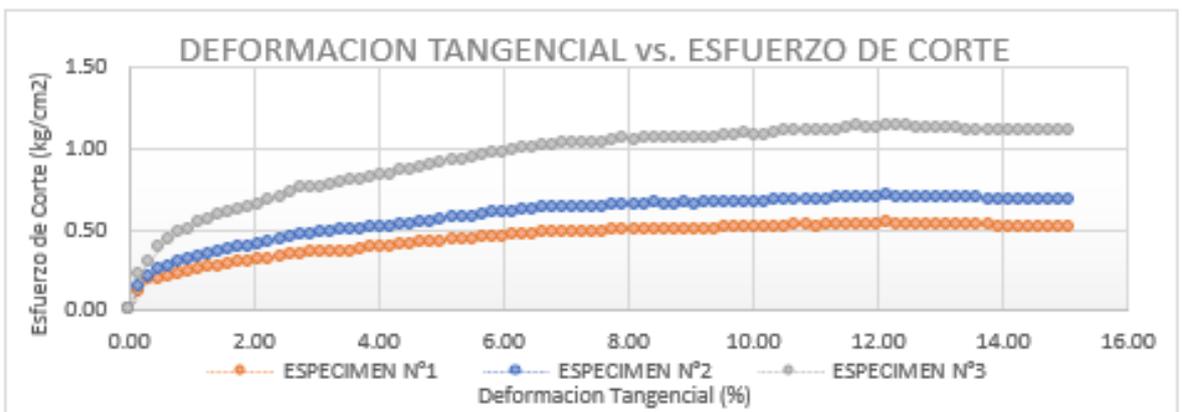


Figura 62. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 5% de fibra.

Para el caso de la adición de 7% de cerdas de fibra de la muestra C-1 se obtuvieron los esfuerzos de corte de 0.35, 0.52 y 0.77 kg/cm² y en el caso de la muestra C-2 los esfuerzos obtenidos fueron de 0.41, 0.54 y 0.80 kg/cm² como se muestra en las figuras 63 y 64.

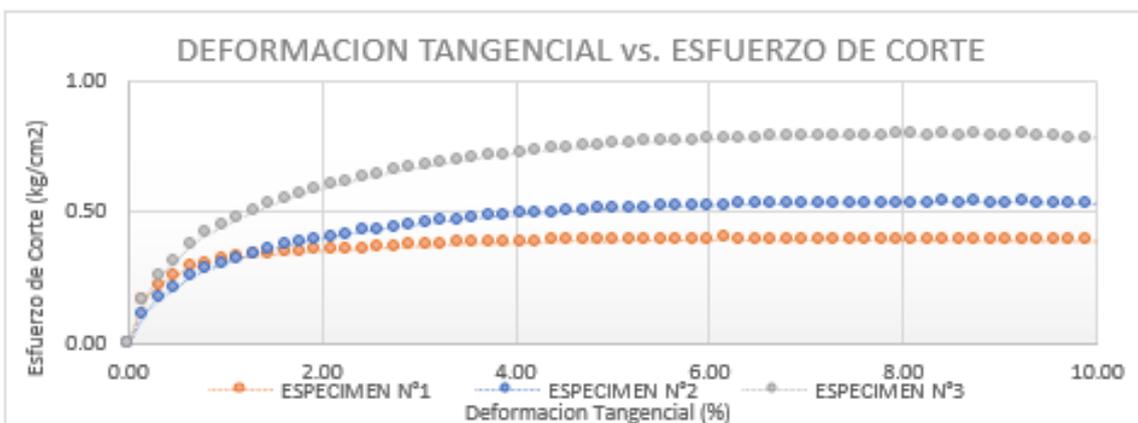


Figura 63. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 7% de fibra.

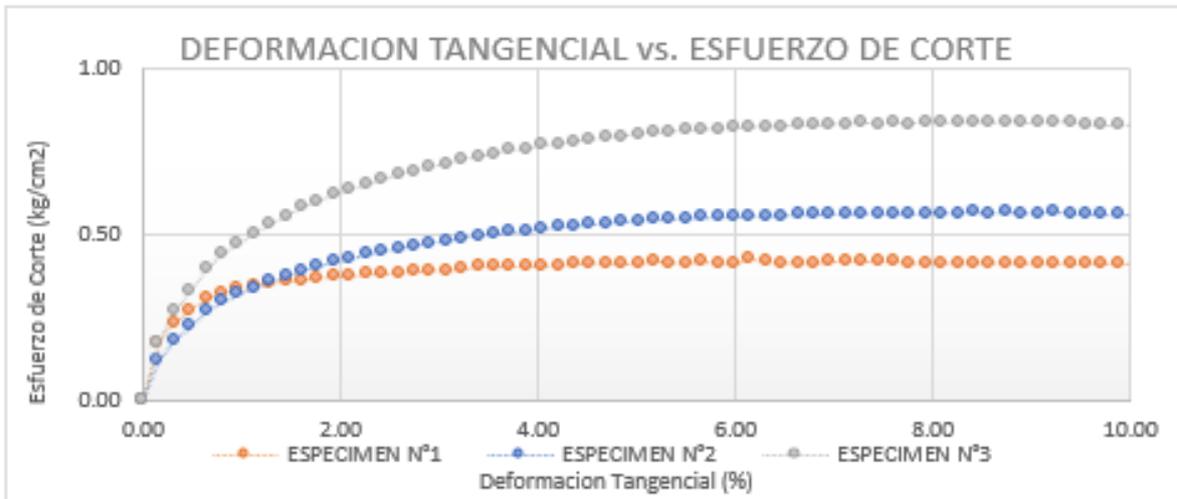


Figura 64. Deformación T. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 7% de fibra.

Así mismo se muestra el gráfico de la relación del esfuerzo normal de 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², y en C-1 con la adición de 3% de cerdas de fibra, los esfuerzos de corte de 0.35, 0.52 y 0.77 kg/cm² y en el caso de la muestra C-2 esfuerzos de corte de 0.37, 0.55 y 0.81 kg/cm² como se muestra en la gráfica de las figuras 65 y 66.

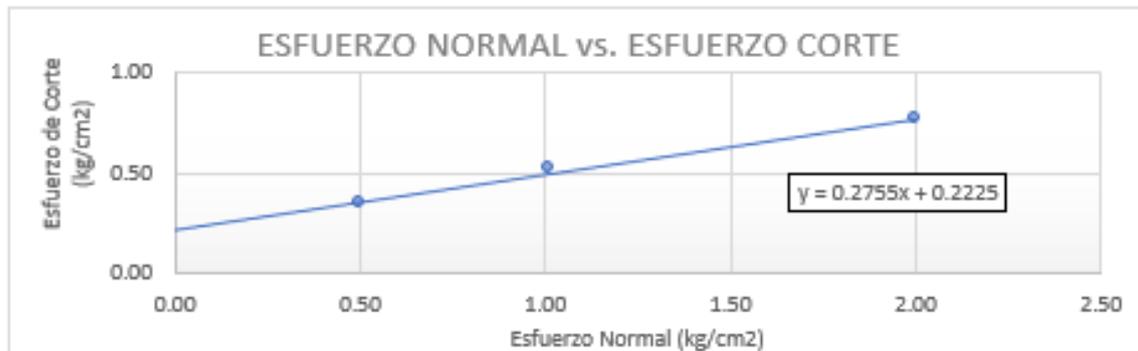


Figura 65. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 3% de fibra.

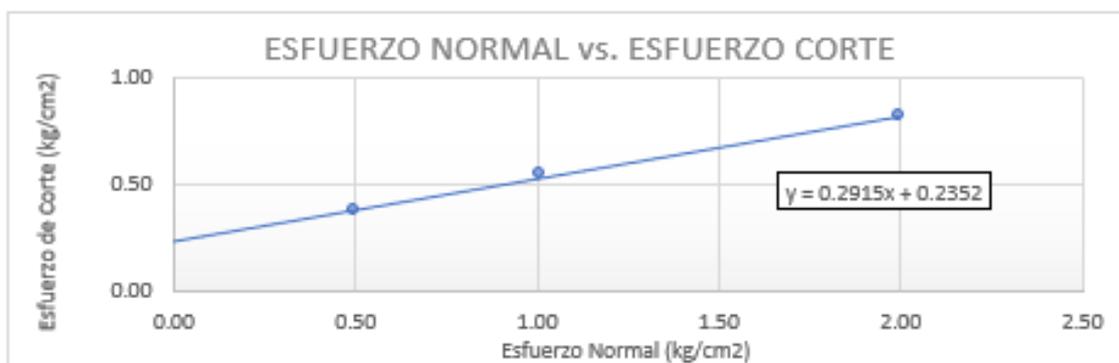


Figura 66. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 3% de fibra.

Para el caso de la adición de 5% de cerdas de fibra se muestra el grafico de la relación del esfuerzo normal de 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², en el caso de la muestra C-1, los esfuerzos de corte de 0.40, 0.52 y 0.85 kg/cm² y en el caso de la muestra C-2 esfuerzos de corte de 0.42, 0.56 y 0.90 kg/cm² como se muestra en la gráfica de las figuras 67 y 68.

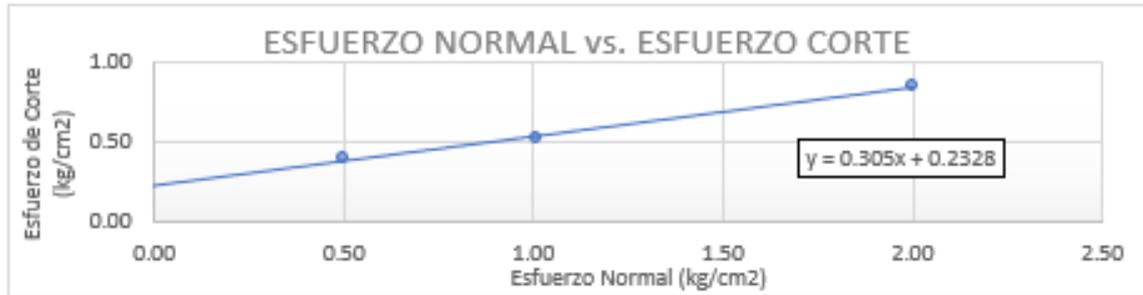


Figura 67. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 5% de fibra.



Figura 68. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 5% de fibra.

En la adición de 7% de cerdas de fibra se muestra el grafico de la relación del esfuerzo normal de 0.50, 1.01 y 2.00 kg/cm², en el caso de la muestra C-1, los esfuerzos de corte de 0.39, 0.51 y 0.76 kg/cm² y en el caso de la muestra C-2 esfuerzos de corte de 0.41, 0.54 y 0.80 kg/cm² disminuyendo los valores como se muestra en la gráfica de las figuras 69 y 70.

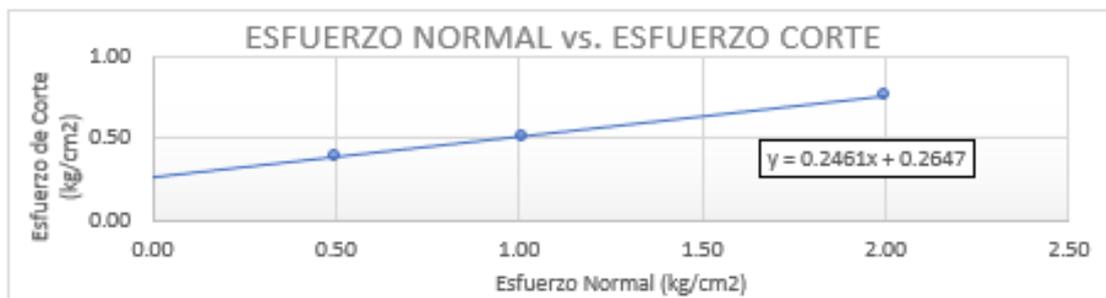


Figura 69. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-1, M-1) + 7% de fibra.

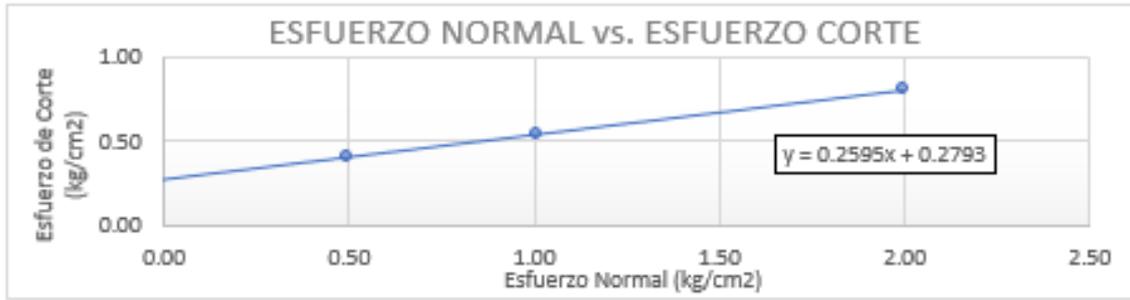


Figura 70. Deformación N. vs. Esfuerzo C. (C-2, M-1) + 7% de fibra.

4.8. Contrastación de hipótesis.

Hipótesis general:

“La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado estabiliza la subrasante arcillosa de alta plasticidad”.

4.8.1. Contrastación de hipótesis específica 1:

Ho: $\bar{X} = 13.30^\circ$ “La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado no aumenta la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad”.

H1: $\bar{X} > 13.30^\circ$ “La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumenta la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad”.

a) Prueba de normalidad:

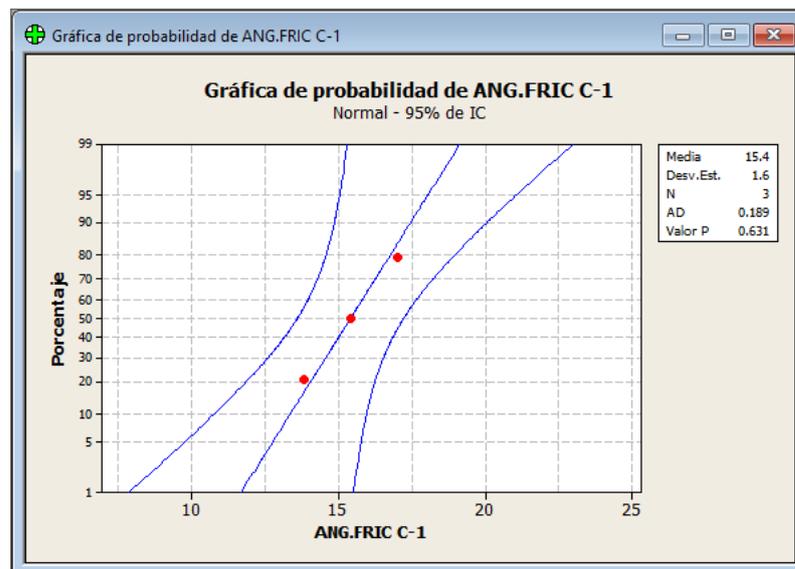


Figura 71. Grafica de probabilidad de Ang. Fric C-1.

De acuerdo al valor de $p = 0.631$ obtenido por el estadístico de Anderson Darlin (AD), y teniendo que $P > 0.01$ por tanto la muestra procede de una población de distribución normal.

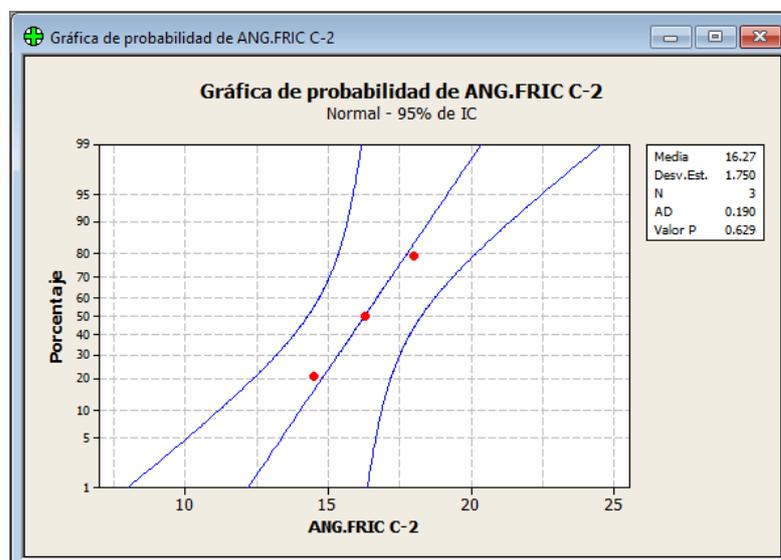


Figura 72. Grafica de probabilidad de Ang. Fric C-2.

De acuerdo al valor de $p = 0.629$ obtenido por el estadístico de Anderson Darlin (AD), y teniendo que $P > 0.01$ por tanto la muestra procede de una población de distribución normal.

En la tabla 44 se observa los valores resultantes de los ensayos respecto al ángulo de fricción de las dos calicatas desarrolladas en la zona en estudio.

Tabla 44. Resultados de resistencia al corte en las muestras C-1 y C-2.

PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE - MAXIMA					
Muestras	τ_{max} (Kg/cm ²)			Resultados	
(Kg/cm ²) + % de Cerdas de Fibra	0.50	1.01	2.00	Cohesión c (Kg/cm ²)	Angulo de fricción Φ (°)
C-1, M-1 + 0%	0.31	0.44	0.67	0.2	13.30
C-2, M-1 + 0%	0.33	0.47	0.71	0.21	14.00
C-1, M-1 + 3%	0.35	0.52	0.77	0.22	15.40
C-2, M-1 + 3%	0.37	0.55	0.81	0.24	16.30
C-1, M-1 + 5%	0.4	0.52	0.85	0.23	17.00
C-2, M-1 + 5%	0.42	0.56	0.9	0.25	18.00
C-1, M-1 + 7%	0.35	0.52	0.77	0.26	13.80
C-2, M-1 + 7%	0.41	0.54	0.8	0.28	14.50

Para verificar la estabilidad del suelo evaluamos el comportamiento geotécnico del suelo cuya variación es progresivo, observados en el tramo del km 0+750 hasta el km 1+150 que constituye la muestra de la carretera hacia Ayavirí – Hoisca, Tierra amarilla, y de acuerdo a percepciones esta debe estar sobre un ángulo de fricción mayor a 13.30° del patron. De acuerdo a las observaciones realizadas a la muestra en estudio, los resultados de las estadísticas tabuladas se muestran en la anterior.

Tabla 45. Relación fibra – ángulo de fricción

Hoja de trabajo 1 ***			
↓	C1	C2	C3
	% FIBRA	ANG.FRIC C-1	ANG.FRIC C-2
1	3	15.4	16.3
2	5	17.0	18.0
3	7	13.8	14.5

Figura 73. % de adición de fibra y resultados.

Se puede observar que algunos grupos superaron al ángulo ideal por los factores involucrados.

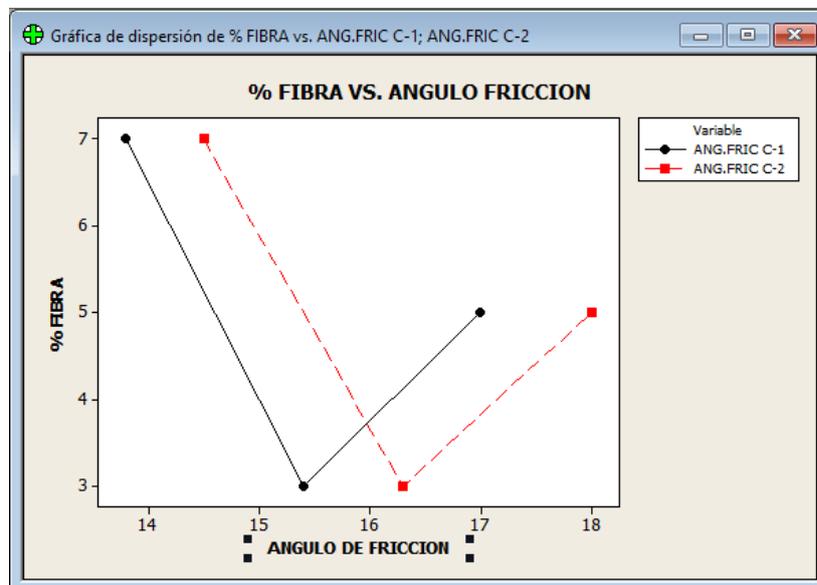


Figura 74. Grafica de dispersión - % fibra vs. ángulo de fricción.

Regla de decisión

Si el nivel de significancia (p valor) es menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula.

Nivel de confianza : 95%

Nivel de significancia : 5%

Estadísticas descriptivas: ANG.FRIC C-1; ANG.FRIC C-2						
Variable	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
ANG.FRIC C-1	15.400	1.600	2.560	10.39	13.800	17.000
ANG.FRIC C-2	16.27	1.75	3.06	10.76	14.50	18.00

Figura 75. Estadísticas descriptivas – ángulo de fricción C-1 y C-2.

Sesión				
Prueba T de dos muestras e IC				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
1	3	15.40	1.60	0.92
2	3	16.27	1.75	1.0

Diferencia = $\mu(1) - \mu(2)$
Estimado de la diferencia: -0.87
IC de 95% para la diferencia: (-5.23; 3.49)
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -0.64 Valor P = 0.570 GL = 3

Figura 76. Prueba T de C-1 y C-2.

Luego de realizar la prueba de hipótesis, verificamos que el p valor es mayor que 0.05, resultado 0.570, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

b) Análisis de la correlación de Pearson

Se analizó la relación entre las variables fibra y la resistencia al corte por parte de la capa arcillosa.

Sesión		
Correlaciones: % FIBRA; ANG.FRIC C-1; ANG.FRIC C-2		
	% FIBRA	ANG.FRIC C-1
ANG.FRIC C-1	-0.500	0.667
ANG.FRIC C-2	-0.514	1.000
	0.656	0.011

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Figura 77. Correlación de Pearson de valor P.

En el cuadro se observa que:

- En la muestra de la calicata 1, entre la fibra y la resistencia al corte existe una correlación de 0.667, quiere decir que es positiva, moderada y directa.
- En la muestra de la calicata 2, entre la fibra y la resistencia al corte existe una correlación de 0.656, quiere decir que es positiva, moderada y directa.

Conclusión

Se acepta que la adición de fibras de cerdas PET aumenta el ángulo de fricción o resistencia al corte de la mezcla arcillosa de alta plasticidad.

4.8.2. Contrastación de hipótesis específica 2:

Ho: $\bar{X} = 4.25\%$ "La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado no incrementa el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad".

H1: $\bar{X} > 4.25\%$ "La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementa el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad".

a) Prueba de normalidad:

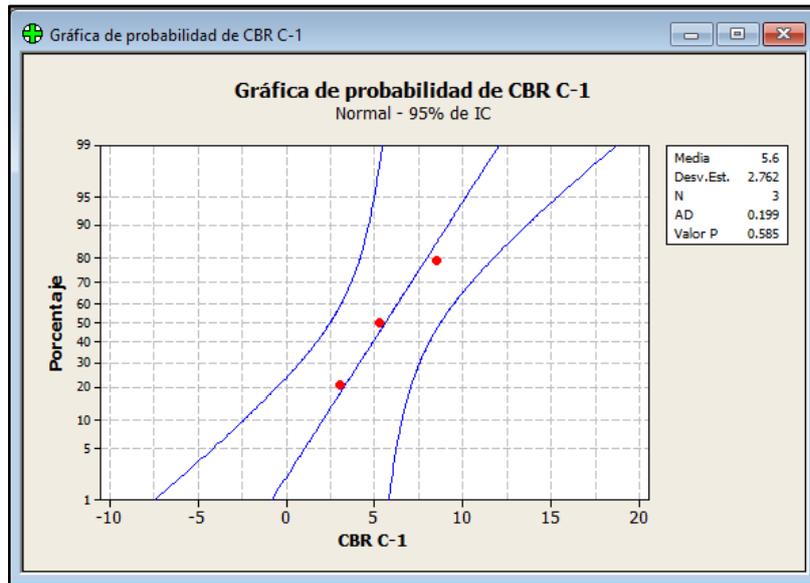


Figura 78. Grafica de probabilidad de CBR – C-1.

Para la calicata 1, de acuerdo al valor de $p = 0.585$ de Anderson Darlin (AD), y $P > 0.01$ se deduce que la muestra procede de una población de distribución normal.

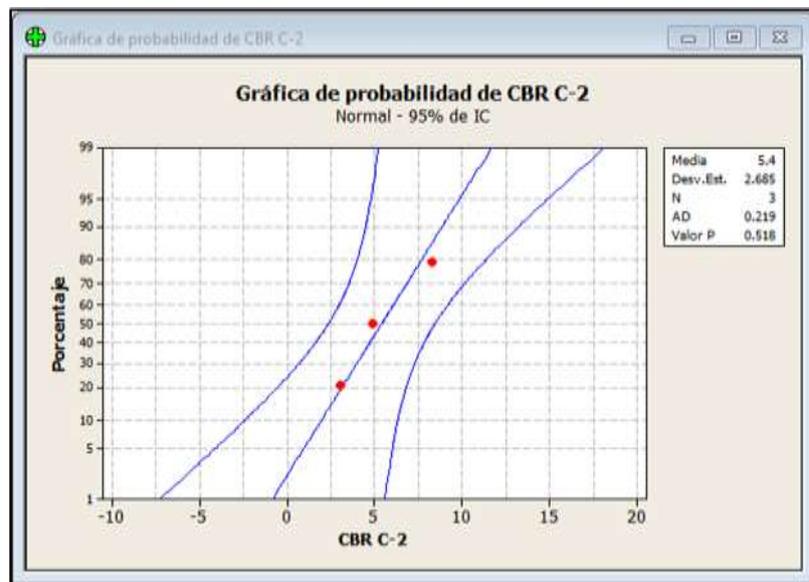


Figura 79. Grafica de probabilidad de CBR – C-1.

Para la calicata 2, de acuerdo al valor de $p = 0.518$ de Anderson Darlin (AD), y $P > 0.01$ se deduce que la muestra procede de una población de distribución normal. Ambos tienen las mismas características.

En la tabla 21 se observa los valores resultantes de los ensayos de CBR de las dos calicatas:

Tabla 46. Variables vinculadas al CBR de C-1 y C-2.

RESULTADOS DE CBR DE C-1 Y C-2	ADICION DE % DE CERDAS DE FIBRA			
	0%	3%	5%	7%
Resultados - 0.1"				
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.00%	5.30%	8.50%	3.00%
Resultados - 0.1"				
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":	4.50%	4.90%	8.30%	2.70%

Para verificar si la estabilidad del suelo alcanzo valores satisfactorios evaluamos el CBR cuya variación resulto apropiado, porque supero los valores medios de la muestra sin ningún tratamiento considerado 4.25%, De acuerdo a las observaciones realizadas a la muestra en estudio, los resultados de las estadísticas tabuladas se muestran en el cuadro anterior. Se puede observar que las muestras experimentales superaron al CBR control.

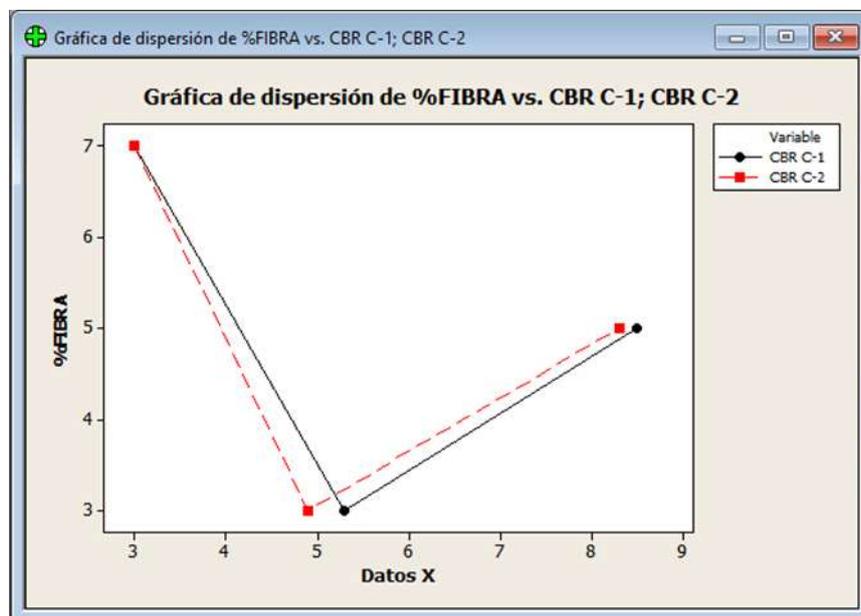


Figura 80. Grafica de dispersión - % fibra vs. CBR.

Regla de decisión

Si el nivel de significancia (p valor) es menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula. Para procesar consideramos:

Nivel de confianza : 95%

Nivel de significancia : 5%

Estadísticas descriptivas: CBR C-1; CBR C-2						
Variable	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
CBR C-1	5.60	2.76	7.63	49.33	3.00	8.50
CBR C-2	5.40	2.69	7.21	49.72	3.00	8.30

Figura 81. Estadísticas descriptivas – CBR - C-1 y C-2.

Prueba T de dos muestras e IC				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
1	3	5.60	2.76	1.6
2	3	5.40	5.69	3.3

Diferencia = μ (1) - μ (2)
Estimado de la diferencia: 0.20
Límite inferior 95% de la diferencia: -10.46
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.05 Valor P = 0.481 GL = 2

Figura 82. Prueba T de C-1 y C-2.

Luego de realizar la prueba de hipótesis, verificamos que el p valor es mayor que 0.05, resultado 0.481, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

Conclusión

Se deduce que la adición de fibras de cerdas PET aumenta el CBR de la mezcla arcillosa de alta plasticidad.

b) Análisis de la correlación de Pearson

Se analizó la relación entre las variables fibra y el CBR de la muestra arcillosa experimental.

Correlaciones: %FIBRA; CBR C-1; CBR C-2		
	%FIBRA	CBR C-1
CBR C-1	-0.416	0.727
CBR C-2	-0.354	0.998
	0.770	0.043

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Figura 83. Correlación de Pearson de valor P.

En el cuadro se observa que:

- En la muestra de la calicata 1, entre la fibra y el CBR existe una correlación de 0.717, quiere decir que es positiva, moderada y directa.
- En la muestra de la calicata 2, entre la fibra y el CBR existe una correlación de 0.770, quiere decir que es positiva, moderada y directa.

4.8.3. Contrastación de hipótesis específica 3:

Ho: $\bar{X} = 26.0$ "La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado no reduce el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad".

H1: $\bar{X} > 26.0$ "La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado reduce el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad".

Tabla 47. Variables vinculadas al CBR de C-1 y C-2.

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318				
ENSAYO DE LIMITES	% DE ADICION DE CERDAS DE FIBRA			
	0%	3%	5%	7%
Ensayo de muestra (C-1, M-1)				
Índice de plasticidad	25	25	25	25
Ensayo de muestra (C-2, M-1)				
Índice de plasticidad	27	27	27	27

Discusión.

De los 3 análisis realizados en diferentes porcentajes los cuales no lograron pasar por la malla correspondiente, por ende, se mantiene el mismo resultado de patrón, el valor de significancia es nula, por lo cual solo se acepta la H_0 .

Conclusión.

Se deduce que la adición de fibras de cerdas PET no reduce el índice de plasticidad con ningún porcentaje de cerdas de fibra de polietileno de tereftalato de la mezcla arcillosa de alta plasticidad.

V. DISCUSIÓN

¿Como la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado podría estabilizar la subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable?

Luego de haber realizado los ensayos correspondientes, aceptamos la hipótesis de alternativa general, que determina que las cerdas de polietileno de tereftalato reciclado estabilizan la subrasante arcillosa de alta plasticidad, lo cual es una mejora fundamental para la carretera Ayavirí, Yauyos.

Estos resultados guardan relación con lo que dicen Duran y Cárdenas quienes elaboraron con diferentes dosificaciones de polietileno los cuales obtuvieron resultados favorables, por otro lado, las cerdas de fibra tienden a mejorar la capacidad portante y la resistencia al corte del suelo, los resultados encontrados dan gran importancia a la factibilidad de la investigación.

¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumentaría la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?

Luego de haber realizado los ensayos correspondientes, aceptamos la hipótesis alternativa, que la incorporación de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumenta el ángulo de fricción en la muestra C-1 de 13.3° aumentando a un valor máximo de 17.0° y en la muestra C-2 de 14.0° aumentando un valor máximo de 18°, estos resultados se obtuvieron con el óptimo porcentaje de 5% de cerdas de fibra lo cual es una mejora fundamental para la carretera Ayavirí, Yauyos.

¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementaría el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?

Después de haber realizado los ensayos correspondientes, aceptamos la hipótesis alternativa, que la incorporación de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumenta la capacidad portante CBR. En el caso de la muestra C-1 de 4% aumentando a un valor máximo de 8.50% y en la muestra C-2 de 4.5% aumentando un valor máximo de 8.3%, estos resultados se obtuvieron con el 5% de cerdas de fibra los cuales pueden ser aceptados por el MTC, lo cual es una mejora fundamental para la carretera Ayavirí, Yauyos.

¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado se podría reducir el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?

Después de haber realizado los ensayos correspondientes, se rechaza la hipótesis alternativa, la incorporación de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado no reduce los índices de plasticidad, debido a que no se logró pasar por la malla N°40.

VI. CONCLUSIONES

En la investigación respecto a la estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable en la carretera hacia Ayavirí, Yauyos, adicionando cerdas de fibra de polietileno de tereftalato, se llegó a la conclusión de que la adición óptima de cerdas de fibra es el 5% para los ensayos de resistencia al corte y capacidad portante CBR, en el caso de los índices de plasticidad no generan ninguna mejora debido a que no pasa por la malla N°40.

Asimismo, las cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumentan el ángulo de fricción en la muestra C-1 de 13.3° aumentando a un valor máximo de 17.0° y en la muestra C-2 de 14.0° aumentando un valor máximo de 18°, estos resultados se obtuvieron con el óptimo porcentaje de 5% obteniendo resultados favorables.

En el caso de la incorporación de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado en los ensayos de la capacidad portante CBR. Se obtuvieron los valores como en el caso de la muestra C-1 de 4% aumentando a un valor máximo de 8.50% y en la muestra C-2 de 4.5% aumentando un valor máximo de 8.3%, estos resultados se obtuvieron con el 5% de cerdas de fibra los cuales pueden ser aceptados por el MTC.

VII. RECOMENDACIONES

Después de haber corroborado que las cerdas de fibra de polietileno de tereftalato influyen en el mejoramiento de la subrasante arcillosa de la carretera hacia Ayavirí, Yauyos, se da como recomendación que se sigan experimentando con otros materiales los cuales sean favorables para la estabilización de una subrasante.

Se recomienda que la cantidad de días en estado seco para los CBR sean mayor a 5 días, antes de ser llevado a saturación para poder obtener resultados más estables.

Esta investigación queda libre a ser ensayado con otras formas de cerdas de fibras en otras medidas el cual podría determinar hasta qué punto máximo podría mejorar la resistencia de a la subrasante.

REFERENCIAS :

ALTAMIRANO, Genaro y DIAZ, Axel. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí Rivas. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015. 113 pp.

AUCCALLA, María y VALENZUELA, Jessica. Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junín 2019. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Junín: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 237 pp.

American Society For Testing And Materials, 2021. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)). American Society for Testing and Materials [en línea], [Consulta: 24 abril 2022].

Disponible en: <https://www.astm.org/standards/d1557>.

BOTERO, Eduardo, MUÑOZ, Liliana, OSSA, Alexandra y ROMO, Miguel. Comportamiento mecánico del polietileno tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. Revista [en línea]. Antioquia: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, Colombia, 2014. (70), 201-219. 14 pp.
ISSN 0120-6230 2014

CANARIA Pineda, Angela e IVAN Martínez, Álvaro. Estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de la primavera – vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos. Tesis (Ingeniero Civil) [en línea]. Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2020. 80 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3HD02XH>.

CAÑAR, Edwin. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Tesis

(Ingeniero civil) [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2017. 167 pp.

CÍVICOS, María y HERNÁNDEZ, Manuel. Algunas reflexiones y aportaciones en torno a los enfoques teóricos y prácticos de la investigación en Trabajo Social. [en línea]. Santa Cruz de Tenerife: Universidad de la Laguna, 2007. [Consulta: 19 enero 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3tS9Ae4>.

ISSN:1132-192X

ENRIQUEZ, John. Aplicación del tereftalato de polietileno como estabilizador de suelo para subrasante. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Perú 2021. 95 pp.

FONG, Liza. Efectos de factores topográficos sobre la profundidad de suelos y la estructura vertical de su textura, capacidad de campo y almacenes de carbono en el noroeste de Baja California. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Baja California: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México 2019. 77 pp.

GARCIA, Ximena. Mejoramiento de un suelo arcilloso de la localidad de Pacaisapa – Ayacucho utilizando residuos industriales para evaluarlo en muro hipotético de tierra estabilizado mecánicamente. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú 2019. 146 pp.

GUZMÁN Montenegro, Martin. Evaluación de resistencia del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la victoria - 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Particular de Chiclayo, 2019. 53 pp.

Disponible en: <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/411>.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. Sexta edi. México: Mc Graw Hill, 2014. 634 pp. ISBN: 9781456223960.

HERNANDEZ, Josué, MEJIA, David y ZELAYA, Cesar. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad De El Salvador. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Oriental: Universidad De El Salvador, 2016. 380 pp.

INICIO. AggreBind – Estabilización de Suelos con AggreBind, Control de polvo, Ladrillos de suelo estabilizado. AggreBind. Tecnología Patentada [en línea]. AGGREBIND. [Consulta: 17 enero 2022].
Disponibile en: <https://aggrebind.com/es/>.

LINARES, Roiser, AGUILAR, Manuel y ROJAS, Edward. Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. Artículo, 2020. 8 pp.
ISSN 2414-8822 / ISSN(e) 2520-0356

LEIVA, Roly. Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+000 – km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción Tesis (Ingeniero civil). Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2016.

MARQUEZ, Diana. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito la encantada, provincia de Morropón – Piura 2019. Tesis (Ingeniero Civil) [en línea]. Morropón: Universidad Nacional de Piura.

MENA Robles, Richard. Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018. Tesis (Ingeniero Civil) [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 198 pp.
Disponibile en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25341>.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). MTC E 1109-2004 Norma Técnica peruana de Estabilizadores Químicos: estabilización química de suelos –

caracterización del estabilizador y evaluación de propiedades de comportamiento del suelo mejorado. Lima, 2004. 10 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Red Vial Nacional, por las rutas del Perú. [en línea]. Portal MTC. Diciembre de 2014. [Consulta: 4 enero 2022]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/logros_red_vial.html.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. pp. 33-118.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Manual de ensayo de materiales. Lima, 2016. pp. 105, 1041.

MINISTERIO Economía y Finanzas (Perú). MEF RD 003-2015: Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima, 2015. Pp. 12.

MORENO, Emiliano. Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Estado de Hidalgo: México, 2018. 153 pp.

MOALE, Alexandra y RIVERA, Ebdy. Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. 106 pp.
Disponible: <http://hdl.handle.net/10757/648846>.

MONTALVO, Yuri. Estabilización de suelos arenosos para mejorar la capacidad portante de la subrasante, incorporando geomallas biaxiales en un tramo de la av. Lima MZ. i – A.H. 31 de diciembre - Ventanilla - 2021 Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Lima: Universidad Privada del Norte, Perú. 2021. 110 pp.

MUÑOZ, Pablo. Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

OYOLA, Romer. Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. Setiembre-octubre 2016, vol. 10, no. 3, pp. 1-10.

Disponible en: <https://bit.ly/3rrUjyn>. ISSN 1990-8830.

PARRA, Manuel. Estabilización de un suelo con Cal y Ceniza Volante. Artículo (Ingeniero civil) [en línea]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2018. 81 pp.) CC BY-NC 2.5.

Disponible: <http://hdl.handle.net/10757/626124>.

PEREIRA, Leandro De Assis y CARVALHO, Diógenes Costa de, O Uso Da Cal Para A Estabilização Dos Solos Utilizados Na Engenharia. Nucleo do Conhecimento [en línea], vol. 15, no. 06. 2021. pp. 144-165. [Consulta: 4 mayo 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3vHtV6j>.

ISSN 2448-0959.

QUEVEDO, Elena. Granulometría de agregados (grueso y fino). [en línea]. Universidad Nacional del Santa. 2013. [Consulta: 13 abril 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3rkCP72>.

RESOLUCIÓN de consejo Universitario N° 0126-2017/UCV. Universidad Cesar Vallejo, 23 mayo 2017.

Disponible en: <https://bit.ly/3FNSArq>

RODRIGUEZ, Veronika y SILVA, Jordy. Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil).

Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 126pp.

SOLIS, María. Incorporación de polímero acrílico de estireno y comportamiento mecánico de la subrasante en la carretera Negromayo – Espinar. Tesis (Ingeniero civil) [en línea]. Lima, Universidad Cesar Vallejo, Perú 2022. 128 pp.

Universidad Nacional de Ingeniería. Determinación del límite líquido de los suelos. [en línea]. Lima. 2006. [Consulta: 13 abril 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3xoMBSy>.

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

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

ANEXOS

Tabla 48. Matriz de operacionalización

VARIABLES/CATEGORIAS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Polietileno de Tereftalato de cerdas recicladas.	Paucar y Córdova, (2019) nos indica: que la adición de parte de la necesidad técnica para lograr obtener mejores resultados y características del suelo y a la vez reducir el impacto ambiental, de la misma manera gracias a la adición de PET en un porcentaje de 2 %, se logra el aumento de la resistencia al corte de un suelo arcilloso en un valor de 8.3% generando un mejor funcionamiento.	Esta variable va de la mano con los diferentes valores de porcentajes los cuales serán ensayados para lograr la resistencia al corte optima, el CBR adecuado y la reducción del índice plasticidad la adición de PET reciclado.	Dosificación	Porcentaje de adición de PET %: - 3% - 5% - 7%	Intervalo
Variable dependiente: Estabilización de subrasante arcillosa de alta Plasticidad.	Según Martínez, Louzada, Repsold y Casagrande (2016), indica que la estabilización de un suelo arcilloso es fundamental para obtener una mejor resistencia como subrasante adicionando diversos materiales que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.	Cuando se encuentra u obtiene un suelo de tipo arcilloso, debe ser mejorado mediante la adición de diversos agregados los cuales proporcionen un mejor resultado al ser ensayado y logre estabilizarse.	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría CBR Resistencia al Corte Índice de plasticidad	Razón

Tabla 49. Matriz de consistencia

Título: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA PRINCIPAL ¿Como la adición de fibras de cerda de polietileno de tereftalato reciclado podría estabilizar la subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable?	OBJETIVO PRINCIPAL Estabilizar la subrasante arcillosa de alta plasticidad en una trocha carrozable por medio de la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.	HIPOTESIS PRINCIPAL La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado estabiliza la subrasante arcillosa de alta plasticidad.	Variable independiente: Polietileno de Tereftalato de cerdas recicladas	Dosificación	Porcentaje (%)	<ul style="list-style-type: none"> • METODO DE INVESTIGACION: Hipotético-deductivo • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada • NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional • DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental 1° = Adición de 3% de PET 2° = Adición de 5% de PET 3° = Adición de 7% de PET • POBLACIÓN carretera hacia Ayavirí - Hoisca, Tierra Amarilla (0+000 – 5+200) • MUESTRA Tramo de muestra: km 0+750 hasta el km 1+150 realizando 2 calicatas • TECNICAS PARA RECOLECCION DE DATOS: - Ficha de observación y medición - Análisis de datos - Interpretación de resultado • TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: - Minitab - Grapher • INSTRUMENTOS: - Gráficos - Tablas
PROBLEMA SECUNDARIO N.º 1 ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumentaría la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?	OBJETIVO SECUNDARIO N.º 1 Aumentar la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad mediante la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado	HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 1 La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado aumenta la resistencia al corte en una subrasante arcillosa de alta plasticidad				
PROBLEMA SECUNDARIO N.º 2 ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementaría el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?	OBJETIVO SECUNDARIO N.º 2 Incrementar el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad a través la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.	HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 2 La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado incrementa el CBR en una subrasante arcillosa de alta plasticidad.	Variable dependiente: Estabilización de subrasante arcillosa de alta Plasticidad	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría - Tamaño de Partículas	
PROBLEMA SECUNDARIO N.º 3 ¿Con la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado se podría reducir el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad?	OBJETIVO SECUNDARIO N.º 3 Reducir el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad por medio de la adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado.	HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 3 La adición de fibras de cerdas de polietileno de tereftalato reciclado reduce el índice de plasticidad en una subrasante arcillosa de alta plasticidad			CBR	
					Resistencia al corte	
					Índice de plasticidad	

Tabla 50. Clasificación de suelos según SUCS.

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ①	<p>ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4</p> <p>GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4</p> <p>PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/4 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4</p>	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c: entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$</p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.</p>	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* GM d u	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	<p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.</p> <p>Arriba de la "línea A" y con LP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p>
				GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	
		ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	<p>$C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p>
				SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
		ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM d u	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	<p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.</p> <p>Arriba de la "línea A" y con LP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p>
				SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	
		SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ②	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	<p>G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad</p> <p>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</p>
				CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.					
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.			
	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
	OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

Fuente: <https://bit.ly/3BKpnxC>



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AYAVIRÍ
PROVINCIA DE YAUYOS – REGIÓN LIMA



Creada el 04 de agosto de 1821

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Ayaviri, 11 de Octubre de 2022

AUTORIZACION PARA DESARROLLAR EL ESTUDIO DE CAMPO

En el Distrito de Ayaviri, Provincia de Yauyos, Departamento de Lima, siendo a horas 08:00 am, del día 11 de octubre del 2022. La Alcaldesa del Distrito de Ayaviri, emite el presente documento, en el cual otorga la autorización para lo siguiente:

- Permiso respectivo para poder desarrollar trabajos de campo en la franja vial pública, en el lugar denominado "Hoisca" "tierra amarilla", para el proyecto de investigación que se concentra en la "Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato, Ayaviri, Yauyos" de la línea de investigación "Diseño de Infraestructura vial" al alumno **HUAMAN ARMAULIA PEDRO** identificado con **DNI: 75440107** de la Universidad Cesar Vallejo con el Código de estudiante N° 6500023094.

Esta autorización la otorgamos en razón que nuestra la Municipalidad Distrital de Ayaviri, da el permiso respectivo de la mencionada, para fines que vea conveniente.

Se emite este documento en señal de conformidad.




MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AYAVIRÍ
PROVINCIA DE YAUYOS - REGIÓN LIMA
M.C. **RODOLFO W. LARSEN PEDRO**
ALCALDESA

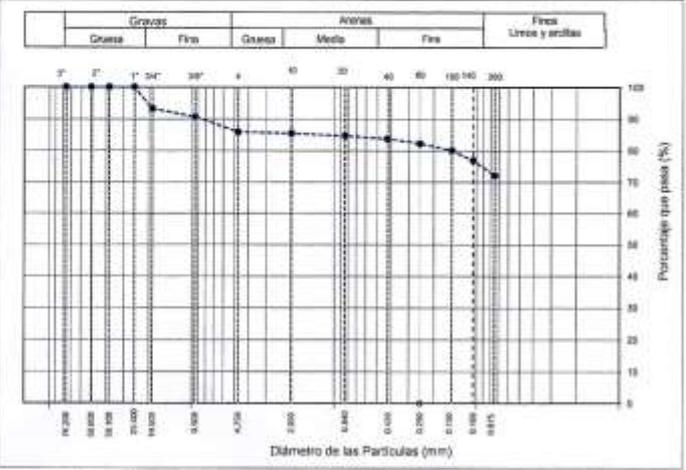
Figura 84. Autorización para investigación.



INFORME	Código	INGEO-LAB-F-002
ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
	Fecha	20/09/2022
	Página	1 de 1

Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	L21-075-01
Cliente	Huaman Armuña Pedro	Muestreado por	Solicitante
Solicitante	Huaman Armuña Pedro	Ensayado por	G. Galegos
Ubicación de Proyecto	Districto de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	11/10/2022
Materia	Terreno Natural	Turno	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Cota	---

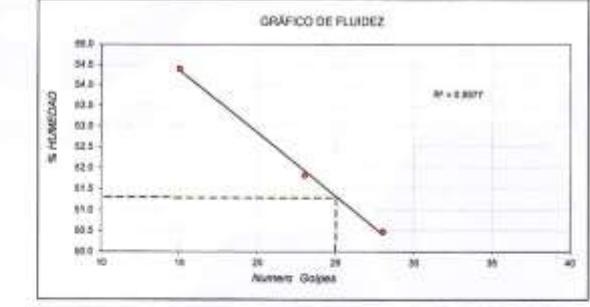
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
5"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	93.3	
3/8"	9.500	90.7	
N° 4	4.750	86.0	
N° 10	2.000	85.5	
N° 20	0.840	84.7	
N° 40	0.425	83.8	
N° 60	0.250	82.3	
N° 100	0.150	80.0	
N° 140	0.106	76.9	
N° 200	0.075	72.1	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arcilla de alta plasticidad con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	51
LÍMITE PLÁSTICO	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.8
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CH
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3082)	A-7.6 (S)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de alta plasticidad con grava

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	14.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	13.8
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	72.1

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FQ-01, versión 1 del 7/05/2022

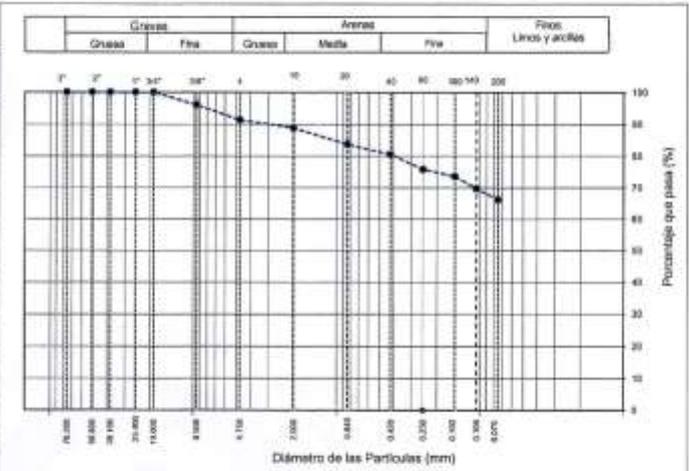
INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, todo copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma: Arnaldo Pérez Coscco CH: 190140 Gerente Técnico	AUTORIZADO POR Nombre y firma: Luis Miguel Galegos JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.



INFORME	Celso	INGEO-LAB-F-202
ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
	Fecha	26/09/2022
	Página	1 de 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camonable, Yauyos - Lima	Registro N°	L21-075-02
Cliente	: Human Armaula Pedro	Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Armaula Pedro	Ensayado por	: G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 11/10/2022
Material	: Terreno Natural	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad	: 0.20 - 0.55 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-2	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

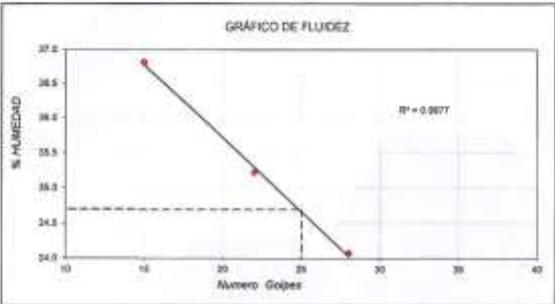
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.105	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	96.1	
N° 4	4.750	91.4	
N° 10	2.000	88.8	
N° 20	0.840	83.7	
N° 40	0.425	80.6	
N° 60	0.250	75.9	
N° 100	0.150	73.6	
N° 140	0.106	69.7	
N° 200	0.075	66.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.3
METODO DE SECADO	Horno a 110 ±0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ±0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado Integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
METODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	30
LÍMITE PLÁSTICO	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.6
ÍNDICE DE LIJUEZ (IL)	-1.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (5)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	8.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	25.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	66.2

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FO-01, versión 1 del 7/05/2022

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LSM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Pérez Coscco
 C.P.: 190140
 Gerente Técnico

AUTORIZADO POR

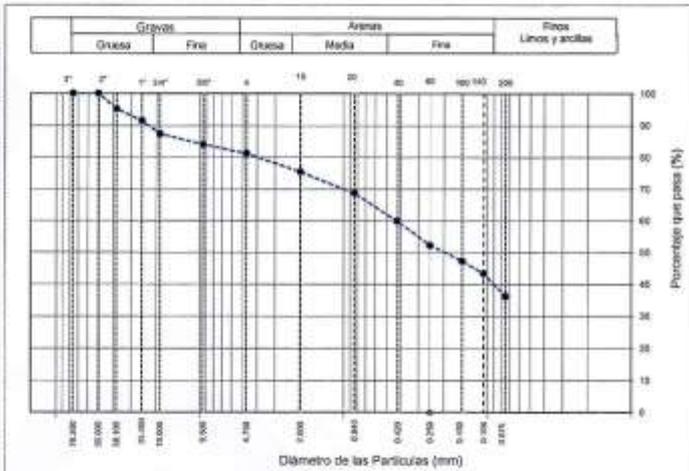
Nombre y firma:

Luis Mergar Angeles
 JEFE DE LABORATORIO
 INGEOCONTROL S.A.C.

	INFORME	Códigos	INGEO-LAB-F-002
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L21-075-03
Cliente	: Human Amaula Radio	Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Amaula Radio	Ensayado por	: G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	11/10/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.55 - 0.80 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-3	Este:	---
Progresiva	: ---	Octa:	---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	95.2	
1"	25.400	91.6	
3/4"	19.000	87.4	
5/8"	9.500	94.1	
N° 4	4.750	81.3	
N° 10	2.000	75.5	
N° 20	0.840	68.8	
N° 40	0.425	59.9	
N° 80	0.250	52.1	
N° 100	0.150	47.2	
N° 140	0.106	43.3	
N° 200	0.075	36.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena limosa con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	18.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	45.1
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	36.2

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (5)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa con grava

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-PD-01, versión 1 del 7/05/2022.

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe del Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:


 Arnaldo Espinoza Cooscco
 CP: 190140
 Gerente Técnico

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

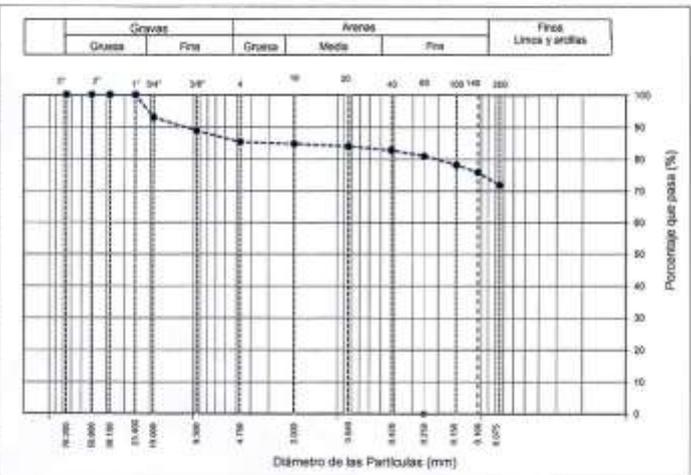

 Luis Meigar
 JEFE DEL LABORATORIO
 INGEOCONTROL S.A.C.



INFORME	Código	INGEO-LAB-F-002
ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	00
	Fecha	29/09/2022
	Página	1 de 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima	Registro N°:	L21-075-04
Cliente	: Huaman Amaula Pedro	Muestreado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Amaula Pedro	Ensayado por	: G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Yauyari, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 11/10/2022
Material	: Terreno Natural	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad	: 0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Sur	: ---

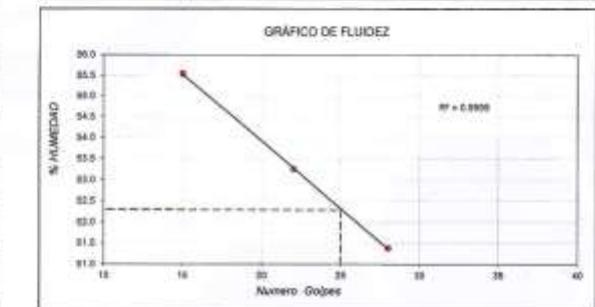
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	93.0	
3/8"	9.500	88.8	
N° 4	4.750	85.3	
N° 10	2.000	84.7	
N° 20	0.840	83.9	
N° 40	0.425	82.8	
N° 60	0.250	81.0	
N° 100	0.150	78.2	
N° 140	0.106	75.9	
N° 200	0.075	71.8	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2218	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ±0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arcilla de alta plasticidad con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ±0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	52
LÍMITE PLÁSTICO	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.7
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.7
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CH
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7.6 (H)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de alta plasticidad con grava

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	14.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	13.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	71.8

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-PO-01, versión 1 del 7/05/2022

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Pizarro Scoscco
 CIP: 190140
 Gerente Técnico

AUTORIZADO POR

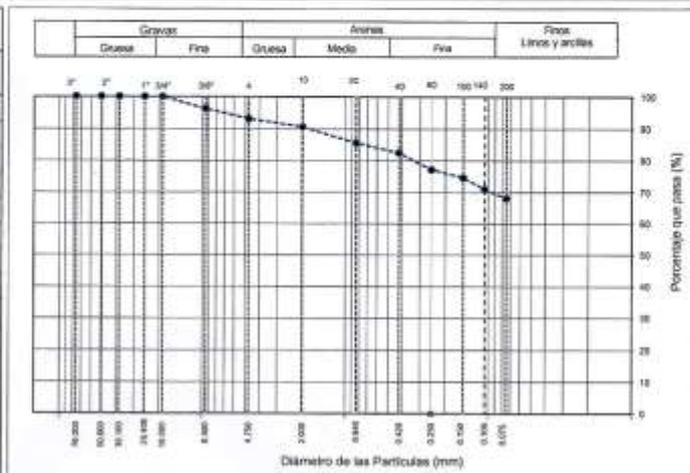
Nombre y firma:

Luis Medel Flores
 JEFE DE LABORATORIO
 INGEOCONTROL S.A.C.

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-502
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	02
		Fecha	2023/09/22
		Página	1 de 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camonable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L21-075-05
Cliente	: Huaman Amaula Pedro	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Huaman Amaula Pedro	Ensayado por :	G. Gofegos
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Yauyos, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	11/10/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.20 - 0.50 m
Sondaje / Calceos	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-2	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

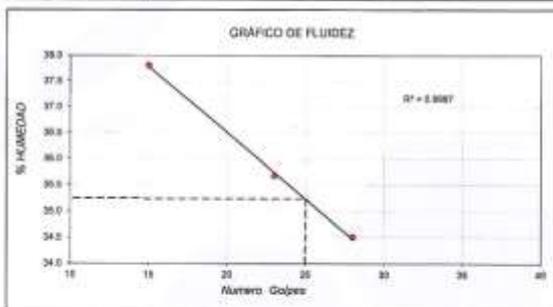
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	98.1	
N° 4	4.750	93.1	
N° 10	2.000	90.6	
N° 20	0.840	85.5	
N° 40	0.425	82.5	
N° 60	0.250	77.1	
N° 100	0.150	74.6	
N° 140	0.106	70.9	
N° 200	0.075	69.0	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

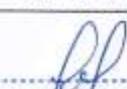


LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (LI)	-1.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	25.1
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	69.0

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-FD-01, versión 1 del 7/05/2022

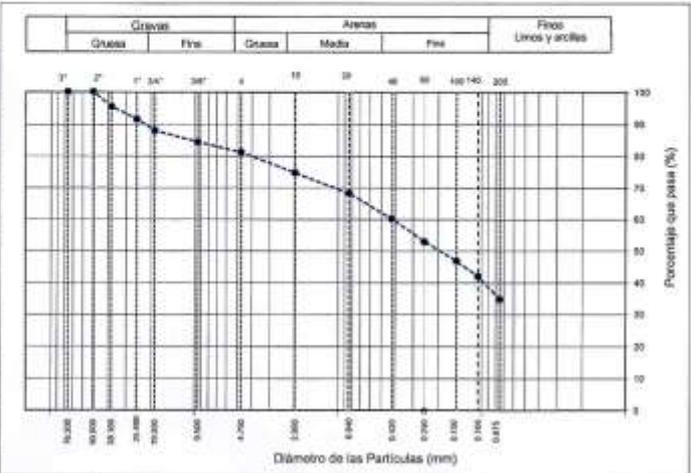
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cosco CIP: 190140 Gerente Técnico	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Arceles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.



INFORME		Código	INGEO-LAB-F-602
ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	02
		Fecha	20/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camozable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L21-075-06
Cliente	: Humam Armaulla Pedro	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Humam Armaulla Pedro	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto:	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	11/10/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Duomo
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.50 - 0.85 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-3	Este:	---
Progresiva	: ---	Oreja:	---

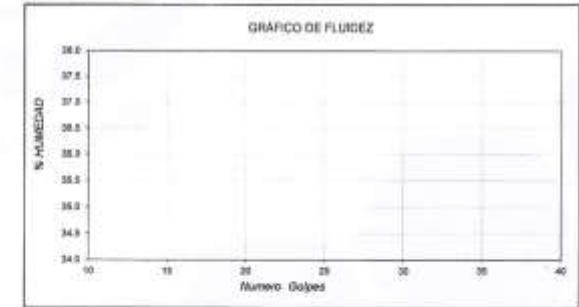
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	95.5	
1"	25.400	91.6	
3/4"	19.000	88.0	
3/8"	9.500	84.4	
Nº 4	4.750	81.2	
Nº 10	2.000	74.8	
Nº 20	0.840	69.3	
Nº 40	0.425	60.2	
Nº 60	0.250	52.9	
Nº 100	0.150	46.8	
Nº 140	0.106	41.9	
Nº 200	0.075	34.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena limosa con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LÍQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN UCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (S)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa con grava

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	18.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	46.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	34.7

NOTA: Este documento reemplaza al documento AE-PO-01, versión 1 del 7/6/2022

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados obtenidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"> Arnaldo Pérez Coscco CP: 190140 Jefe Técnico </p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"> Luis Melgarejo Gallegos JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C. </p>

	INFORME		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-009
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL		FECHA	21/09/2022
			PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camozable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L21-079-09
Cliente	: Human Armaula Pedro	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	: Human Armaula Pedro	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	12/10/2022
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	0.00 - 0.20
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.931	2.038	2.079	2.054
Contenido de agua	%	11.4	13.2	15.1	16.8
Densidad Seca	gr/cc	1.733	1.800	1.808	1.759

Densidad Máxima Seca:	1.812	gr/cm³	Contenido Humedad Óptima:	14.4	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FC-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TÉCNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Araldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
			Fecha	21/09/2022
			Página	2 de 3
Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima		Registro N°	L21-079-09
Cliente	: Husman Armaula Pedro		Realizado por	Solicitante
Solicitante	: Husman Armaula Pedro		Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima		Fecha de Ensayo	16/10/2022
Material	: Terreno natural		Turno	Dúmo
Identificación	: ---		Profundidad	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-1		Norte	---
N° de Muestra	: M-1		Este	---
Progresiva	: ---		Sur	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,913		12,287		12,065	
Peso molde (gr.)	6,199		6,094		6,106	
Peso suelo compacto (gr.)	4,427		4,193		3,877	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,125		2,149	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,069		1,973		1,804	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,810		1,725		1,577	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)						
Tara + suelo húmedo (gr.)	493.3		512.7		503.4	
Tara + suelo seco (gr.)	431.6		448.2		440.0	
Peso de agua (gr.)	61.7		64.5		63.4	
Peso de suelo seco (gr.)	431.6		448.2		440.0	
Humedad (%)	14.3		14.4		14.4	

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12-Oct	11:28	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
13-Oct	11:28	24	34	1.37	1.18	63	1.60	1.37	86	2.18	1.88
14-Oct	11:28	48	66	1.73	1.48	84	2.13	1.80	103	2.62	2.25
15-Oct	11:28	72	71	1.80	1.55	93	2.36	2.03	117	2.84	2.44
16-Oct	11:28	96	89	2.26	1.94	113	2.87	2.46	126	3.43	2.95

Penetración (Inch.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		23	1.1			17	0.8			10	0.5		
0.050		42	2.1			32	1.6			19	0.9		
0.075		61	3.0			46	2.2			27	1.3		
0.100	70.307	77	3.8	3.8	6.4	57	2.8	2.9	4.1	34	1.7	1.7	2.3
0.150		107	5.3			80	4.0			48	2.4		
0.200	105.460	134	6.6	6.6	6.3	101	5.0	5.0	4.7	60	3.0	3.0	2.8
0.300		180	8.9			130	6.7			81	4.0		
0.400		224	11.1			168	8.3			101	5.0		
0.500		277	13.7			208	10.3			126	6.2		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * El presente documento reemplaza al documento AE-PO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgarejo Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIT: 190140 Gerente Técnico

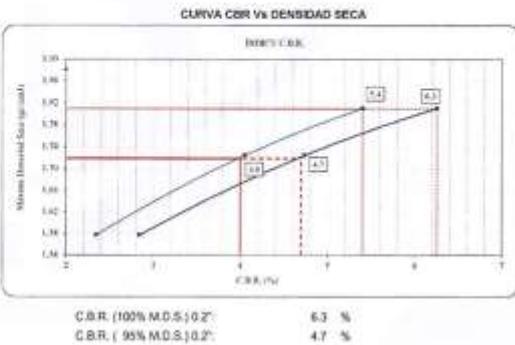
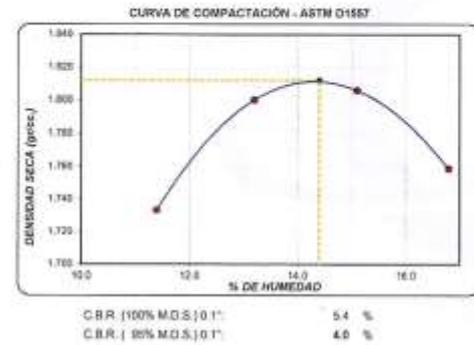
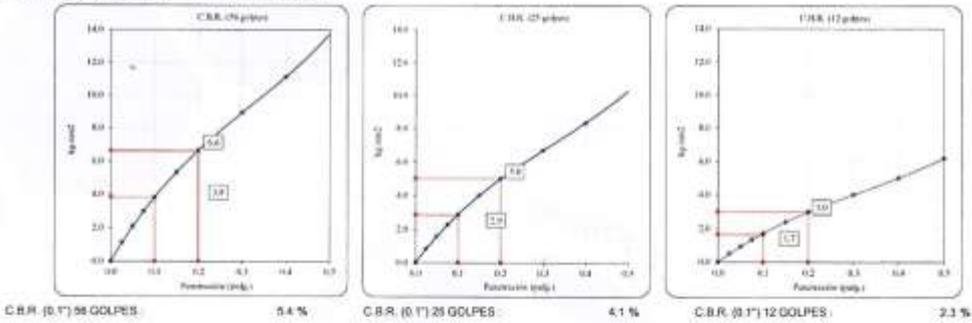
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-009
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L21-079-09
Cliente	: Human Armuña Pedro	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	: Human Armuña Pedro	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	16/10/2022
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cosa:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.812 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 14.4 %
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.721 gr/cm³



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FC-15, versión 1 del 30/04/2018

INGECONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	GGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



INFORME		CÓDIGO	INGE- LAB-F-809
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		VERSIÓN	2
INGECONTROL		FECHA	21/09/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Terofalato en una Trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	L21-079-10
Cliente	Huaman Amaula Pedro	Realizado por	Solicitante
Solicitante	Huaman Amaula Pedro	Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	12/10/2022
Material	Terreno natural	Turno	Diurno
Identificación	---	Profundidad	0.00 - 0.20
Sondaje / Calicata	C-2	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Cota	---

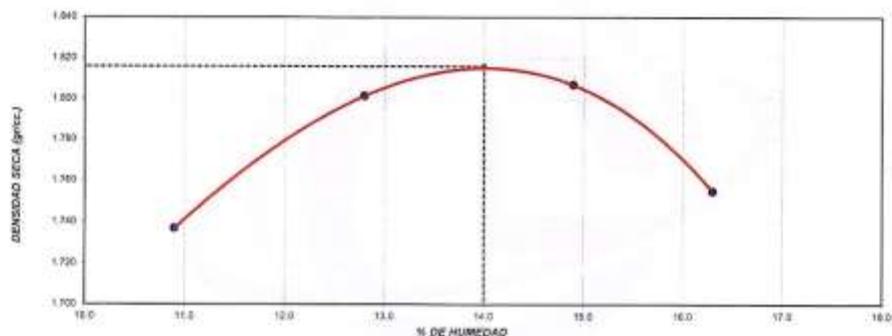
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6292	g.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1.926	2.032	2.075	2.041
Contenido de agua	%	10.9	12.8	14.9	16.3
Densidad Seca	gr/cc	1.737	1.801	1.807	1.755

Densidad Máxima Seca:	1.816	gr/cc³	Contenido Humedad Optima:	14.0	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-PO-75, versión 1 del 30/04/2018

INGECONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Luis Melges Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	Nombre y firma: Araldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-009
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
			Fecha	21/09/2022
			Página	2 de 3
Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una Trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	L21-079-10	
Cliente	: Huaman Armauka Pedro	Realizado por	Solicitante	
Solicitante	: Huaman Armauka Pedro	Revisado por	R. Leyva	
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Yauyari, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	16/10/2022	
Material	: Terreno natural	Turno	Díamo	
Identificación	: ---	Profundidad	0.00 - 0.20 m	
Sondeo / Calicata	: C-2	Norte	---	
N° de Muestra	: M-1	Este	---	
Progresiva	: ---	Cota	---	

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	Molde N° 8		Molde N° 10			
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Número de capas	4		6	5		
Número de golpes	56		25	10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelto + molde (gr.)	12,576		12,287		13,014	
Peso molde (gr.)	8,251		8,089		8,179	
Peso suelo compactado (gr.)	4,425		4,198		3,844	
Volumen del molde (cm ³)	2,131		2,119		2,123	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,077		1,981		1,811	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,520		1,726		1,594	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Molde N° 8	Molde N° 10
Peso de tara (gr.)		
Tara + suelo húmedo (gr.)	563.8	571.3
Tara + suelo seco (gr.)	494.1	500.7
Peso de agua (gr.)	69.7	70.6
Peso de suelo seco (gr.)	494.1	500.7
Humedad (%)	14.1	14.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
12-Oct	11:28	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
13-Oct	11:28	24	49	1.24	1.07	56	1.42	1.22	62	2.06	1.78
14-Oct	11:28	48	62	1.57	1.36	78	1.98	1.70	93	2.36	2.03
15-Oct	11:28	72	72	1.83	1.57	95	2.41	2.08	109	2.77	2.38
16-Oct	11:28	96	81	2.06	1.77	108	2.74	2.36	125	3.26	2.81

PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 8				Molde N° 10				Molde N° 10			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		23	1.1			17	0.8			10	0.5		
0.050		42	2.1			32	1.6			19	0.9		
0.075		61	3.0			45	2.2			27	1.3		
0.100	70.307	77	3.8	4.4	6.3	57	2.8	3.3	4.6	34	1.7	2.0	2.8
0.150		107	5.3			80	4.0			48	2.4		
0.200	105.460	134	6.6	7.7	7.3	101	5.0	5.8	6.5	60	3.0	3.5	3.3
0.300		180	8.9			135	6.7			81	4.0		
0.400		224	11.1			168	8.3			101	5.0		
0.500		277	13.7			209	10.3			125	6.2		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CDC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

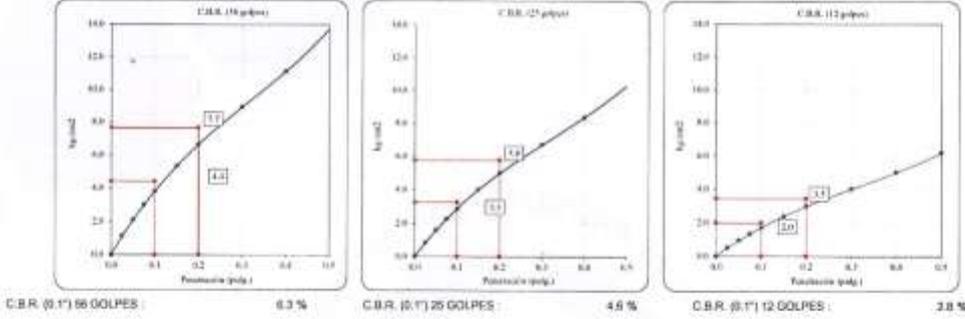
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima	Registro N°:	L21-079-10
Cliente	: Human Armaulta Pedro	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	: Human Armaulta Pedro	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Encayo:	16/10/2022
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1863**

Datos de ensayo

Máxima Densidad Seca: 1.818 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad: 16.6 %
Máxima Densidad Seca al 95%: 1.725 gr./cm³



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
- * El presente documento reemplaza al documento AE-PO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Perez Ccoscco CP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CODIGO	INGEO-LAB-F-809
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSION	2
	INGEOCONTROL	FECHA	21/09/2022
		PAGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-186-01
Cliente	: Huaman Armaulla Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Armaulla Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural + 3% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

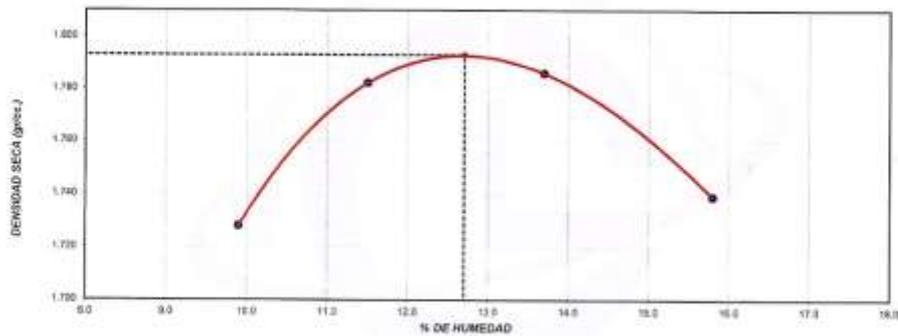
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1.899	1.987	2.031	2.014
Contenido de agua	%	9.9	11.5	13.7	15.8
Densidad Seca	gr/cc	1.728	1.782	1.786	1.739

Densidad Máxima Seca:	1.792	gr/cc ⁹	Contenido Humedad Optima:	12.7	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-PD-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	GCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	2 de 3

Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	L22-185-01
Cliente	Huaman Amañala Pedro	Realizado por	Solicitante
Solicitante	Huaman Amañala Pedro	Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	25/11/2022
Materiales	Terreno natural + 3% Polietileno de tereftalato	Turno	Diurno
Identificación	---	Profundidad	0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Cota	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1683**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	59		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9.119		8.807		11.914	
Peso molde (gr.)	4.621		4.712		8.030	
Peso suelo compactado (gr.)	4.299		4.095		3.884	
Volumen del molde (cm³)	2.125		2.132		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.023		1.921		1.821	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.799		1.704		1.618	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	56.3		54.8		57.1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	641.3		599.1		548.6	
Tara + suelo seco (gr.)	579.9		541.4		497.7	
Peso de agua (gr.)	61.4		57.7		50.9	
Peso de suelo seco (gr.)	483.6		446.8		400.6	
Humedad (%)	12.7		12.7		12.7	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:45	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22-Nov	05:45	24	31	0.75	0.87	37	0.94	0.81	50	1.27	1.09
23-Nov	05:45	48	42	1.07	0.81	45	1.26	1.07	60	1.52	1.31
24-Nov	05:45	72	43	1.09	0.94	53	1.35	1.16	65	1.65	1.42
25-Nov	05:45	96	51	1.25	1.11	63	1.60	1.37	80	2.03	1.75

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		26	1.3			21	1.1			12	0.6		
0.050		48	2.4			40	2.0			23	1.1		
0.075		70	3.5			56	2.8			35	1.7		
0.100	70-307	89	4.4	4.5	6.4	76	3.8	3.7	6.3	47	2.3	2.3	3.3
0.150		120	6.4			110	5.4			68	3.4		
0.200	105-460	161	8.2	8.0	7.8	140	6.9	6.9	6.6	94	4.7	4.8	4.8
0.300		220	10.9			195	9.2			130	6.4		
0.400		250	12.8			218	10.9			140	7.4		
0.500		280	14.1			230	11.4			154	7.6		

- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 - * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TÉCNICO LEM	JEFE LEM	ODC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Melgarejo Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico



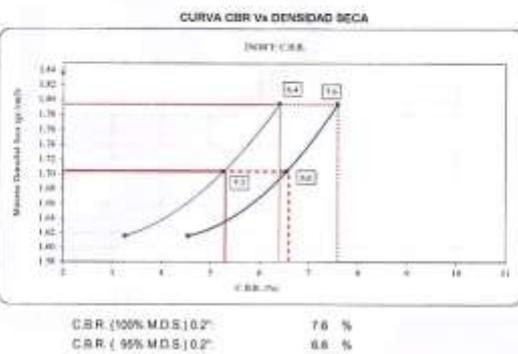
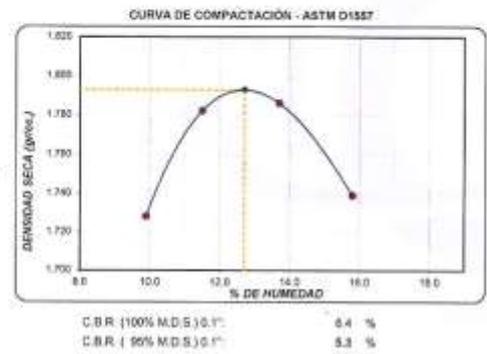
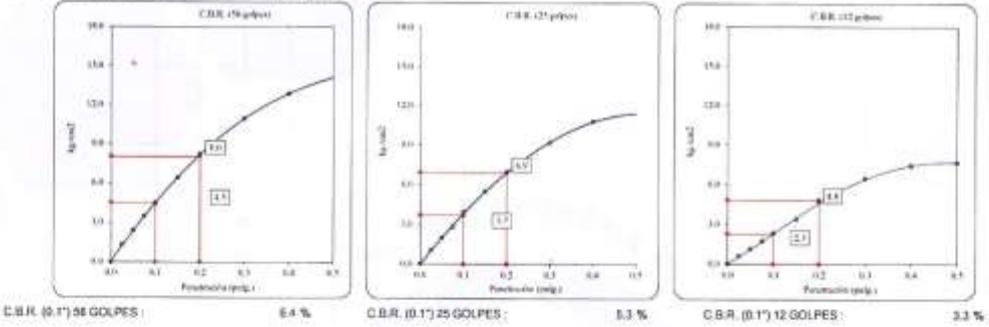
INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
	Fecha	21/09/2022
	Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-01
Cliente	: Huaman Armuña Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Armuña Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 25/11/2022
Material	: Tomeno natural + 3% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0,00-0,20 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca $1,793 \text{ gr/cm}^3$ Óptimo Contenido de Humedad $12,7 \%$
 Máxima Densidad Seca al 95% $1,703 \text{ gr/cm}^3$



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-509
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL		FECHA	21/09/2022
			PÁGNA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-02
Cliente	: Huaman Amaula Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Amaula Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural +5% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0,00-0,20
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

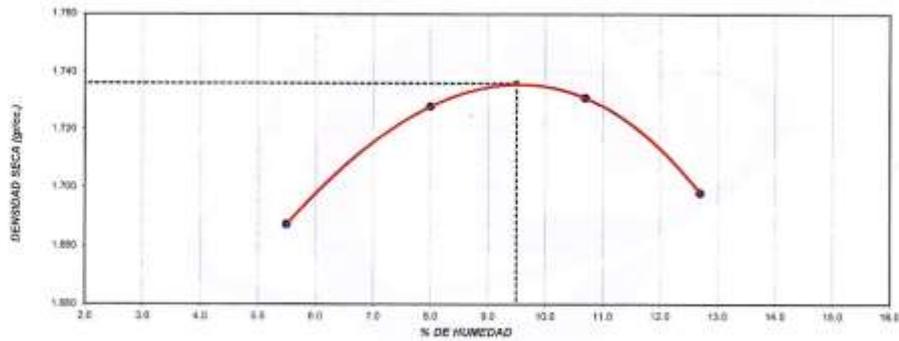
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.780	1.866	1.916	1.914
Contenido de agua	%	5.5	8.0	10.7	12.7
Densidad Seca	gr/cc	1.687	1.728	1.731	1.698

Densidad Máxima Seca:	1.736 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	9.5 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Malga Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Ccoscco CIF: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-009
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	2 de 3
Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°:	L22-185-02
Cliente	Huamán Armaula Pedro	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	Huamán Armaula Pedro	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo:	25/11/2022
Material	Terreno natural +5% Polietileno de tereftalato	Turno:	Diumo
Identificación	---	Profundidad:	0,00-0,20 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8.859		6.565		11.090	
Peso molde (gr.)	4.821		4.712		8.330	
Peso suelo compactado (gr.)	4.038		3.853		3.650	
Volumen del molde (cm ³)	2.125		2.132		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.860		1.807		1.711	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.726		1.649		1.563	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	96.3		94.8		97.1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	641.3		386.1		548.6	
Tara + suelo seco (gr.)	594.0		354.0		509.4	
Peso de agua (gr.)	47.3		44.1		39.2	
Peso de suelo seco (gr.)	457.7		409.2		412.3	
Humedad (%)	10.3		10.8		9.5	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dia 0.01"	Expansión		Dia	Expansión		Dia	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:45	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22-Nov	05:45	24	27	0.88	0.58	31	0.79	0.68	42	1.07	0.92
23-Nov	05:45	48	32	0.81	0.70	43	1.09	0.94	50	1.27	1.09
24-Nov	05:45	72	38	0.96	0.83	48	1.22	1.05	58	1.42	1.22
25-Nov	05:45	96	45	1.14	0.98	54	1.37	1.18	67	1.70	1.46

PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		42	2.1			34	1.7			19	0.9		
0.060		77	3.8			64	3.2			37	1.8		
0.075		112	5.5			90	4.5			56	2.8		
0.100	70.307	142	7.0	7.3	10.4	128	6.2	6.0	8.5	75	3.7	3.6	6.1
0.150		206	10.2			170	8.7			109	5.4		
0.200	105.490	264	13.1	13.1	12.4	224	11.1	11.1	10.5	150	7.4	7.4	7.0
0.300		352	17.4			290	14.7			208	10.3		
0.400		414	20.5			340	17.3			238	11.8		
0.500		456	22.8			360	18.2			247	12.2		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Coscco C.I: 190140 Gerente Técnico

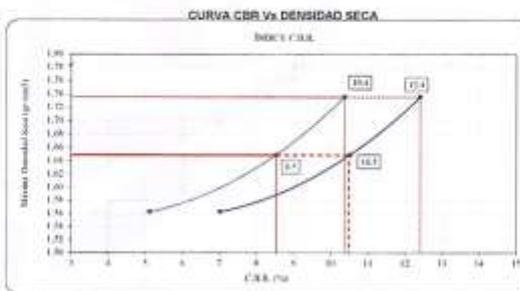
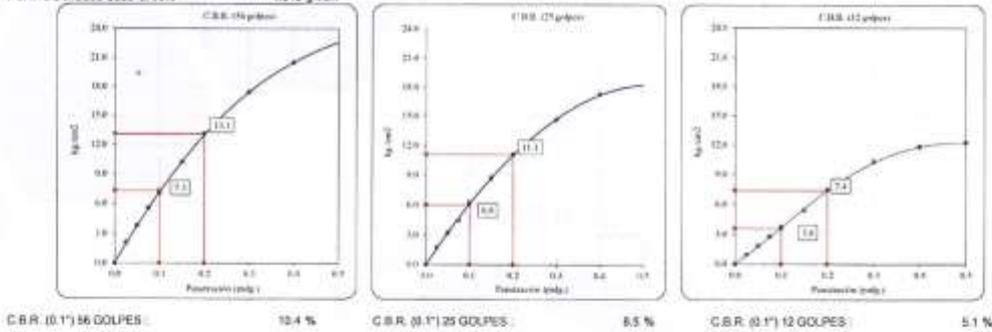
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-02
Cliente	: Human Armuña Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Armuña Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 25/11/2022
Material	: Terreno natural +5% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

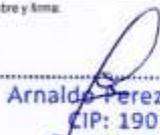
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.736 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 90% 1.648 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad 8.5 %



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-308
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL	FECHA	21/09/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-03
Cliente	: Human Armaulta Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Armaulta Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural +7% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cola	: ---

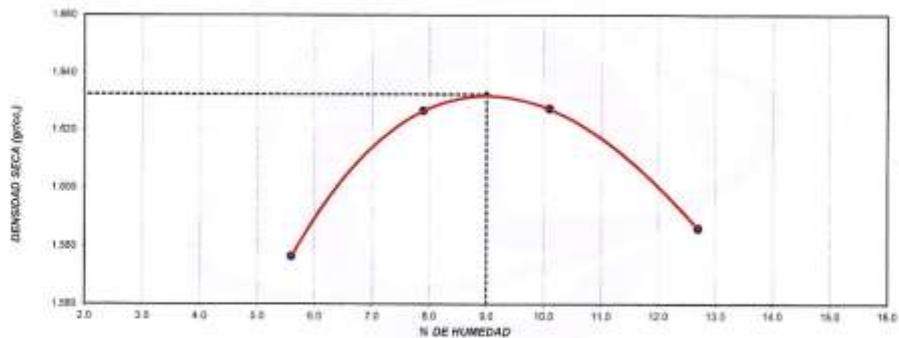
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.865	1.755	1.792	1.787
Contenido de agua	%	5.8	7.9	10.1	12.7
Densidad Seca	gr/cc	1.577	1.627	1.627	1.586

Densidad Máxima Seca:	1.633	gr/cc ³	Contenido Humedad Optima:	9.0	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	OCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Malgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP 190140 Gerente Técnico



INFORME

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

Código	INGEO-LAB-F-509
Versión	02
Fecha	21/09/2022
Página	2 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-03
Cliente	: Huaman Armaulta Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Armaulta Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 25/11/2022
Material	: Terreno natural +7% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	8.695		8.316		11.447	
Peso molde (gr.)	4.821		4.712		8.030	
Peso suelo compactado (gr.)	3.785		3.604		3.417	
Volumen del molde (cm³)	2.125		2.132		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.781		1.601		1.602	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.633		1.551		1.470	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	56.3		54.8		57.1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	641.3		596.1		548.0	
Tara + suelo seco (gr.)	589.8		556.5		511.3	
Peso de agua (gr.)	45.5		41.6		37.3	
Peso de suelo seco (gr.)	499.5		481.7		414.2	
Humedad (%)	9.1		8.9		8.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:20	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22-Nov	05:20	24	16	0.41	0.35	19	0.48	0.41	25	0.64	0.55
23-Nov	05:20	48	19	0.48	0.41	24	0.61	0.52	31	0.79	0.68
24-Nov	05:20	72	21	0.53	0.46	26	0.66	0.57	32	0.81	0.70
25-Nov	05:20	96	24	0.61	0.52	32	0.81	0.70	39	0.99	0.85

PENETRACIÓN

Penetración (milí.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		15	0.7			12	0.6			7	0.3		
0.050		27	1.3			23	1.1			13	0.6		
0.075		40	2.0			32	1.6			20	1.0		
0.100	70.307	51	2.8	2.5	3.8	45	2.2	2.1	3.0	29	1.4	1.3	1.6
0.150		73	3.8			63	3.1			42	2.1		
0.200	105.400	90	4.5	4.4	4.2	78	3.8	3.8	3.8	56	2.9	2.8	2.7
0.300		125	6.2			105	5.2			76	3.8		
0.400		147	7.3			124	6.1			85	4.3		
0.500		162	8.0			131	6.5			89	4.4		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

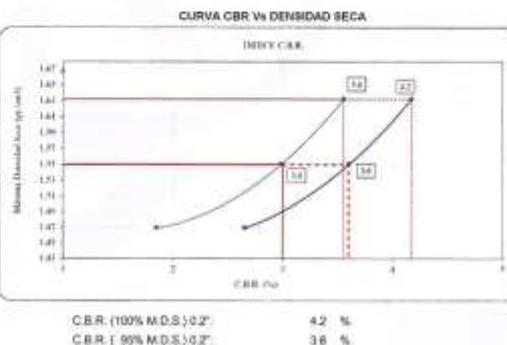
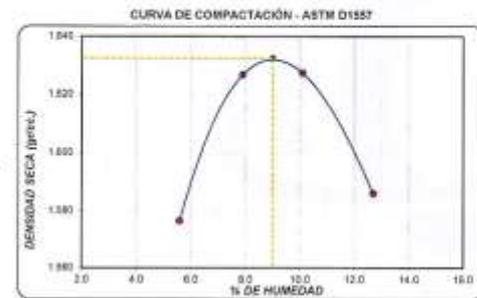
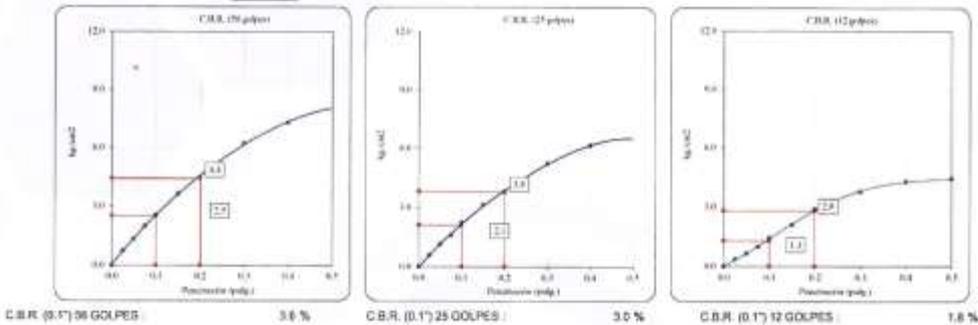
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-03
Cliente	: Human Armaulta Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Armaulta Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 25/11/2022
Material	: Terreno natural +7% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Oeste	: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1553**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.633 gr/cm^3 Óptimo Contenido de Humedad 9.0%
Máxima Densidad Seca al 95% 1.551 gr/cm^3



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-509
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL	FECHA	21/09/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arenosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima	Registro N°	: L22-185-04
Cliente	: Huaman Amaula Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Amaula Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural + 3% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0,00-0,20
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

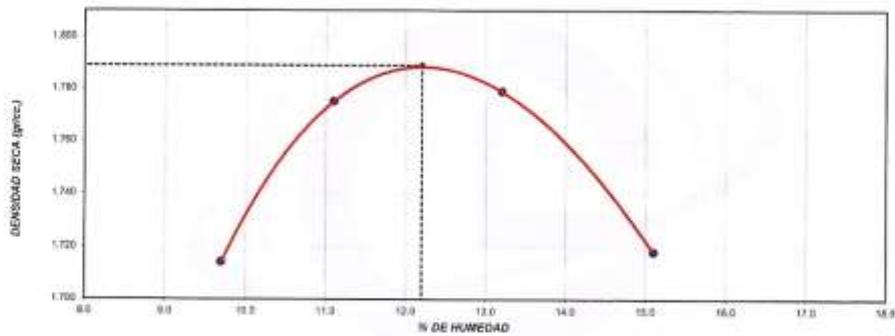
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.850	1.972	2.014	1.977
Contenido de agua	%	9.7	11.1	13.2	15.1
Densidad Seca	gr/cc	1.714	1.775	1.779	1.716

Densidad Máxima Seca:	1.789	gr/cc ³	Contenido Humedad Optima:	12.2	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	OJC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
			Fecha	21/09/2022
			Página	2 de 3
Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima		Registro N°	L22-185-04
Cliente	Huaman Amaula Pedro		Realizado por	Solicitante
Solicitante	Huaman Amaula Pedro		Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima		Fecha de Ensayo	25/11/2022
Material	Terreno natural + 3% Polietileno de tereftalato		Turno	Diurno
Identificación	---		Profundidad	0,00-0,20 m
Sondaje / Calicata	C-2		Norte	---
N° de Muestra	M-1		Este	---
Progresiva	---		Coña	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1553**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	50		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9,083		9,779		11,880	
Peso molde (gr.)	4,821		4,712		8,030	
Peso suelo compactado (gr.)	4,262		4,066		3,850	
Volumen del molde (cm³)	2,125		2,132		2,133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,005		1,907		1,805	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,789		1,700		1,610	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	36,3		34,9		37,1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	541,3		508,1		548,6	
Tara + suelo seco (gr.)	502,5		543,4		486,9	
Peso de agua (gr.)	38,8		64,7		61,7	
Peso de suelo seco (gr.)	463,7		478,7		425,2	
Humedad (%)	12,1		12,2		12,1	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:45	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
22-Nov	05:45	24	20	0,74	0,63	36	0,91	0,79	47	1,18	1,03
23-Nov	05:45	48	41	1,04	0,89	47	1,19	1,03	55	1,40	1,20
24-Nov	05:45	72	42	1,07	0,91	82	1,32	1,13	84	1,63	1,40
25-Nov	05:45	96	50	1,27	1,09	84	1,83	1,40	79	1,98	1,70

PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Consolidación		Carga		Consolidación		Carga		Consolidación	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CRR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CRR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CRR %
0,025		25	1,2			20	1,0			11	0,5		
0,050		48	2,3			38	1,9			22	1,1		
0,075		67	3,3			54	2,7			34	1,7		
0,100	70,307	85	4,2	4,2	6,0	70	3,5	3,4	4,8	45	2,2	2,2	3,1
0,150		124	6,1			99	4,9			69	3,4		
0,200	105,460	158	7,8	7,8	7,2	133	6,6	6,4	6,1	92	4,6	4,6	4,3
0,300		211	10,4			177	8,8			125	6,2		
0,400		248	12,3			209	10,3			143	7,1		
0,500		273	13,5			238	11,9			148	7,3		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FQ-15, versión 1 del 30/04/2018

INGECONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	 Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



INFORME

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

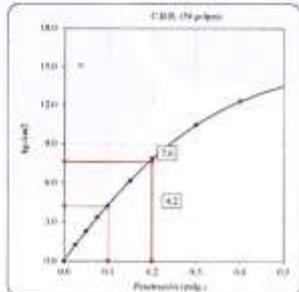
Código	INGEO-LAB-F-009
Versión	02
Fecha	21/09/2022
Página	3 de 3

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima Cliente : Huaman Amaulla Pedro Solicitante : Huaman Amaulla Pedro Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima Material : Terreno natural + 3% Polietileno de tereftalato	Registro N° : L22-185-04 Realizado por : Solicitante Revisado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 25/11/2022 Turno : Diurno
Identificación : --- Sonotaje / Calicata : C-2 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad : 0.00-0.20 m Norte : --- Este : --- Cota : ---

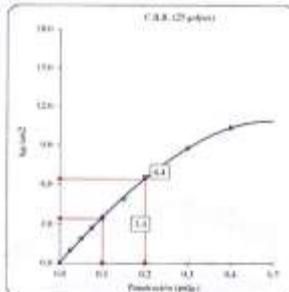
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1683**

Datos de muestra

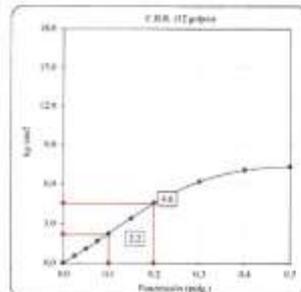
Máxima Densidad Seca _____ 1.783 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad _____ 12.2 %
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.703 gr./cm³



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 6.0 %

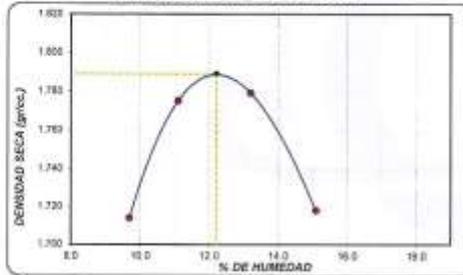


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 4.0 %



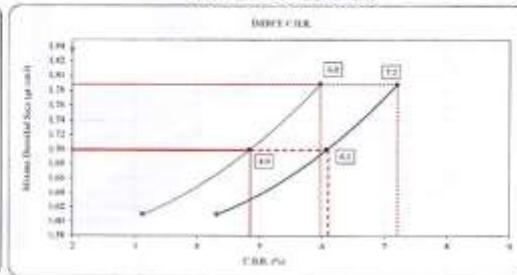
C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 3.1 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 6.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 4.9 %

CURVA CBR vs. DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 7.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 6.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL S.A.C.

TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME	CÓDIGO	INGE-LAB-F-809
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	VERSIÓN	2
	INGECONTROL	FECHA	21/09/2022
		PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-05
Cliente	: Huaman Amaula Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Huaman Amaula Pedro	Revisado por	: R. Loyza
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural +5% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

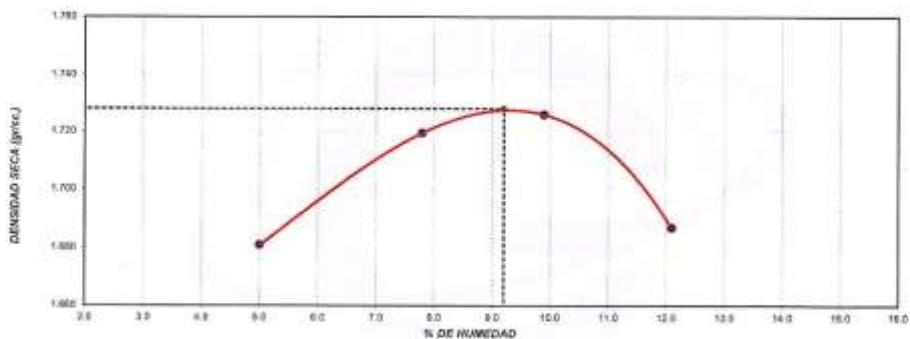
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2138	cm ³
Peso Molde	6723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1.765	1.854	1.897	1.891
Contenido de agua	%	5.0	7.8	9.9	12.1
Densidad Seca	gr/cc	1.681	1.719	1.726	1.687

Densidad Máxima Seca:	1.728	gr/cm³	Contenido Humedad Óptima:	9.2	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGECONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Melisa Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Coscco C/P: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-309
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
			Fecha	21/09/2022
			Página	2 de 3
Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una Trocha carrozable, Yauyos - Lima		Registro N°	L22-185-05
Cliente	Huaman Armahua Pedro		Realizado por	Solicitante
Solicitante	Huaman Armahua Pedro		Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima		Fecha de Ensayo	25/11/2022
Material	Terrazo natural +5% Polietileno de tereftalato		Turno	Diurno
Identificación	---		Profundidad	0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	C-2		Norte	---
N° de Muestra	M-1		Este	---
Progresiva	---		Cota	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	55	25	25	10	10	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8.821	8.334	8.334	11.649	8.035	8.035
Peso molde (gr.)	4.821	4.712	4.712	8.035	4.010	4.010
Peso suelo compactado (gr.)	4.010	3.622	3.622	3.619	4.025	4.025
Volumen del molde (cm³)	2.125	2.132	2.132	2.133	2.125	2.125
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.887	1.733	1.733	1.697	1.887	1.887
Densidad Seca (gr./cm³)	1.728	1.642	1.642	1.595	1.728	1.728

CONTENIDO DE HUMEDAD

	4	5	6
Peso de tara (gr.)	98.3	94.8	97.1
Tara + suelo húmedo (gr.)	641.3	598.1	549.6
Tara + suelo seco (gr.)	595.4	555.7	510.9
Peso de agua (gr.)	45.9	42.4	37.7
Peso de suelo seco (gr.)	495.1	490.9	413.8
Humedad (%)	9.2	8.3	9.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:45	0	0	0.03	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22-Nov	05:45	24	25	0.83	0.94	29	0.74	0.83	40	1.08	0.94
23-Nov	05:45	48	31	0.79	0.67	40	1.02	0.67	46	1.22	1.05
24-Nov	05:45	72	35	0.89	0.75	46	1.17	1.00	56	1.42	1.22
25-Nov	05:45	96	44	1.12	0.96	53	1.32	1.13	65	1.65	1.42

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		40	3.0			32	1.6			18	0.9		
0.050		73	3.8			60	3.0			35	1.7		
0.075		108	5.2			85	4.2			53	2.8		
0.100	70.207	154	6.6	6.8	5.7	119	5.9	5.8	8.2	71	3.5	3.4	4.8
0.150		196	9.7			168	8.2			103	5.1		
0.200	103.400	249	12.3	12.3	11.8	212	10.5	10.4	9.9	142	7.0	7.0	8.8
0.300		332	16.4			280	13.9			198	9.7		
0.400		391	19.4			330	16.3			225	11.1		
0.500		431	21.3			348	17.2			233	11.5		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FD-15, versión 1 del 30/04/2018
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL S.A.C.

TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melipán Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco C/P: 190140 Gerente Técnico

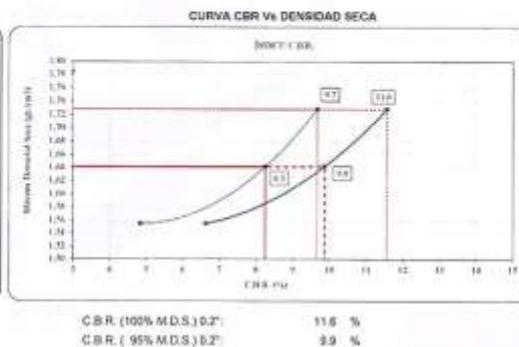
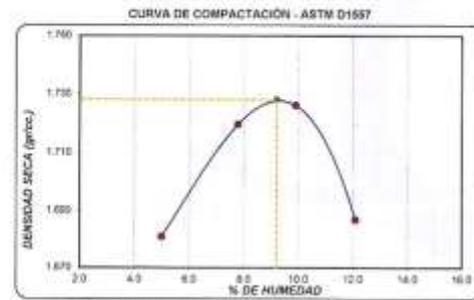
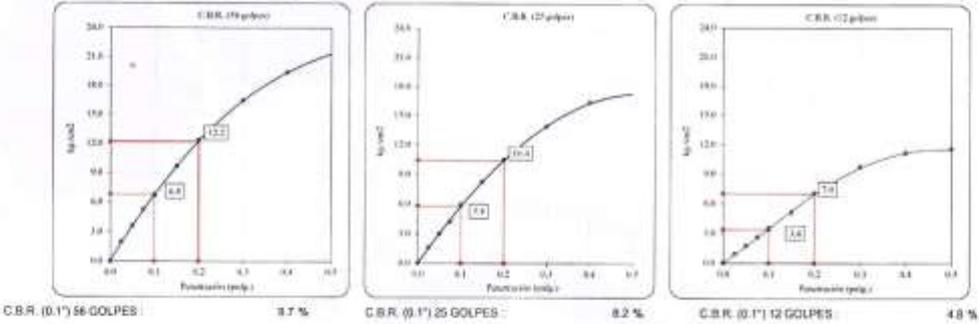
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-009
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-05
Cliente	: Human Armaña Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Armaña Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 25/11/2022
Materia	: Terreno natural +5% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca 1.726 gr./cm^3 Óptimo Contenido de Humedad 8.2%
Máxima Densidad Seca al 95% 1.642 gr./cm^3



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECMCO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Luis Miguel Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	 Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-009
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		VERSIÓN	2
	INGEOCONTROL		FECHA	21/11/2022
			PÁGINA	1 DE 3

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camozable. Yauyos - Lima	Registro N°	: L22-185-06
Cliente	: Human Amaulita Pedro	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Human Amaulita Pedro	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de Ensayo	: 21/11/2022
Material	: Terreno natural +7% Polietileno de tereftalato	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00-0.20
Sonotaje / Calicata	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

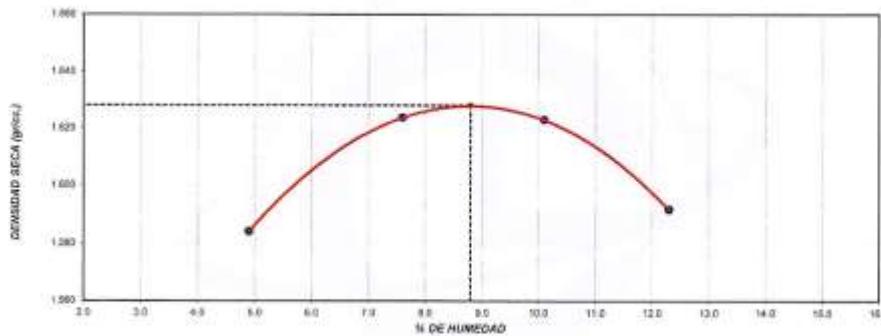
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2136	cm ³
Peso Molde	8723	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.662	1.747	1.787	1.767
Contenido de agua	%	4.8	7.6	10.1	12.3
Densidad Seca	gr/cc	1.584	1.624	1.623	1.582

Densidad Máxima Seca:	1.628	gr/cm³	Contenido Humedad Óptima:	8.8	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra provisto e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018.
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	INFORME		Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
			Fecha	21/09/2022
			Página	2 de 3
Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha camozable, Yauyos - Lima		Registro N°	L22-185-06
Cliente	Husman Armaula Pedro		Realizado por	Solicitante
Solicitante	Husman Armaula Pedro		Revisado por	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima		Fecha de Ensayo	25/11/2022
Material	Terreno natural +7% Polietileno de tereftalato		Turno	Diurno
Identificación	---		Profundidad	0,00-0,20 m
Sondaje / Calicata	C-2		Norte	---
N° de Muestra	M-1		Este	---
Progresiva	---		Cota	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

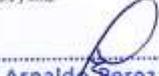
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de gotas	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	8,585		8,350		11,430	
Peso molde (gr.)	4,521		4,712		8,032	
Peso suelo compactado (gr.)	3,764		3,588		3,498	
Volumen del molde (cm ³)	2,125		2,132		2,133	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,771		1,683		1,594	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,628		1,547		1,465	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	96,3		94,9		97,1	
Tara + suelo húmedo (gr.)	641,3		598,1		548,9	
Tara + suelo seco (gr.)	597,2		557,4		512,1	
Peso de agua (gr.)	44,1		40,7		36,8	
Peso de suelo seco (gr.)	553,1		516,7		475,3	
Humedad (%)	8,8		8,8		8,8	

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Diel 0,01"	Expansión		Diel	Expansión		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21-Nov	05:20	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
22-Nov	05:20	24	14	0,35	0,30	20	0,51	0,44	24	0,61	0,52
23-Nov	05:20	48	17	0,43	0,37	21	0,53	0,46	30	0,76	0,66
24-Nov	05:20	72	20	0,51	0,44	24	0,61	0,52	28	0,71	0,61
25-Nov	05:20	96	22	0,58	0,48	30	0,76	0,66	36	0,91	0,79

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 4								Molde N° 5				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		13	0,6			11	0,5			4	0,3						
0,050		24	1,2			20	1,0			12	0,8						
0,075		30	1,8			20	1,4			16	0,9						
0,100	75,397	40	2,2	2,3	3,8	40	2,0	1,9	2,7	26	1,3	1,2	1,7				
0,150		60	3,2			56	2,8			37	1,8						
0,200	105,460	80	4,0	4,1	3,9	68	3,4	3,4	3,2	52	2,6	2,5	2,4				
0,300		111	5,5			93	4,6			66	3,4						
0,400		131	6,5			110	5,4			77	3,8						
0,500		144	7,1			117	5,8			79	3,9						

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
 * El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Mejía Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

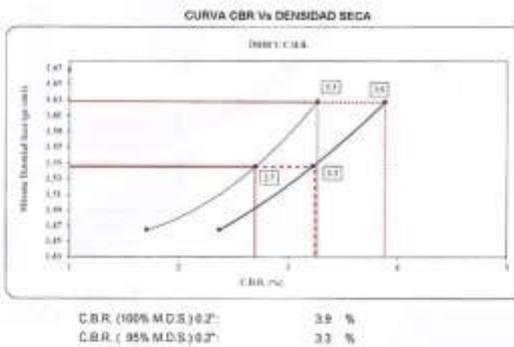
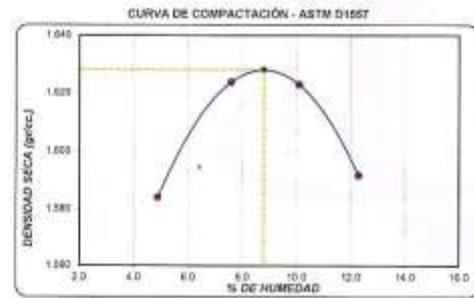
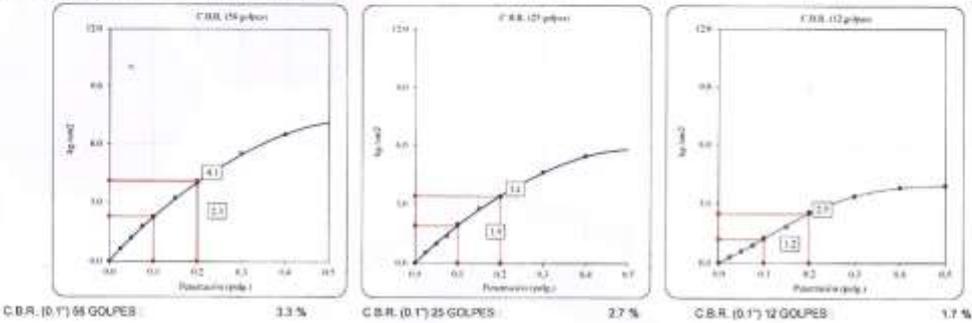
	INFORME	Código	INGEO-LAB-F-509
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima Cliente: Human Armuña Pedro Solicitante: Human Armuña Pedro Ubicación del Proyecto: Distrito de Yauyos, Yauyos - Lima Material: Terreno natural + 7% Polietileno de tereftalato	Registro N°: L22-185-06 Realizado por: Solicitante Revisado por: R. Leyva Fecha de Ensayo: 25/11/2022 Turno: Diurno
Identificación: --- Sondaje / Calicata: C-2 N° de Muestra: M-1 Progresiva: ---	Profundidad: 0.00-0.20 m Norte: --- Este: --- Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: 1.528 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad: 8.8 %
 Máxima Densidad Seca al 95%: 1.547 gr./cm³



OBSERVACIONES:

- Muestra provista o identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- El presente documento reemplaza al documento AE-PD-15, versión 1 del 30/04/2018

INGECONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Luis Melgarejo Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-505
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-188-07
Código de Muestra : 0% cenizas de fibra de tereftalato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
Sonda / Calicata : G-1 Módulo: —
N° de Muestra : M-1 Esco: —
Progresiva : — Cota: —

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm	
Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm	
Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²	
Densidad Seca:	1.563	g/cm ³		Densidad Seca:	1.563	g/cm ³		Densidad Seca:	1.563	g/cm ³	
Humedad Inic.:	9.5	%		Humedad Inic.:	9.5	%		Humedad Inic.:	9.5	%	
Esf. Normal:	0.90	kg/cm ²		Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²		Esf. Normal:	2.00	kg/cm ²	
Esf. Corte:	0.31	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.44	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.67	kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.32	0.00	0.00	5.19	0.44	0.00	0.00	5.19	0.67
0.16	0.03	5.35	0.32	0.16	0.10	5.35	0.44	0.16	0.14	5.35	0.68
0.32	0.06	5.51	0.32	0.32	0.15	5.51	0.45	0.32	0.22	5.51	0.68
0.48	0.09	5.67	0.33	0.49	0.18	5.67	0.45	0.49	0.28	5.67	0.68
0.65	0.11	5.83	0.33	0.65	0.22	5.83	0.45	0.65	0.33	5.83	0.68
0.81	0.12	6.00	0.33	0.81	0.24	6.00	0.45	0.81	0.37	6.00	0.69
0.97	0.14	6.16	0.33	0.97	0.26	6.16	0.45	0.97	0.39	6.16	0.69
1.13	0.15	6.32	0.33	1.13	0.28	6.32	0.45	1.13	0.42	6.32	0.69
1.30	0.16	6.48	0.33	1.30	0.29	6.48	0.45	1.30	0.44	6.48	0.69
1.46	0.17	6.65	0.33	1.46	0.31	6.65	0.45	1.46	0.47	6.65	0.69
1.62	0.19	6.81	0.34	1.62	0.32	6.81	0.45	1.62	0.49	6.81	0.69
1.78	0.20	6.97	0.34	1.78	0.33	6.97	0.46	1.78	0.50	6.97	0.70
1.94	0.20	7.13	0.34	1.94	0.34	7.13	0.46	1.94	0.52	7.13	0.70
2.11	0.21	7.29	0.34	2.11	0.35	7.29	0.46	2.11	0.53	7.29	0.70
2.27	0.22	7.46	0.34	2.27	0.36	7.46	0.46	2.27	0.54	7.46	0.70
2.43	0.23	7.62	0.34	2.43	0.37	7.62	0.46	2.43	0.56	7.62	0.70
2.59	0.24	7.78	0.34	2.59	0.37	7.78	0.46	2.59	0.57	7.78	0.70
2.76	0.25	7.94	0.34	2.76	0.38	7.94	0.46	2.76	0.58	7.94	0.70
2.92	0.25	8.10	0.34	2.92	0.39	8.10	0.46	2.92	0.59	8.10	0.70
3.08	0.26	8.27	0.34	3.08	0.39	8.27	0.46	3.08	0.60	8.27	0.70
3.24	0.26	8.43	0.34	3.24	0.40	8.43	0.46	3.24	0.61	8.43	0.70
3.40	0.27	8.59	0.34	3.40	0.40	8.59	0.46	3.40	0.61	8.59	0.70
3.57	0.28	8.75	0.34	3.57	0.41	8.75	0.46	3.57	0.62	8.75	0.70
3.73	0.28	8.91	0.34	3.73	0.41	8.91	0.46	3.73	0.63	8.91	0.70
3.89	0.29	9.08	0.34	3.89	0.42	9.08	0.46	3.89	0.63	9.08	0.70
4.05	0.29	9.24	0.34	4.05	0.42	9.24	0.46	4.05	0.64	9.24	0.70
4.21	0.29	9.40	0.34	4.21	0.42	9.40	0.46	4.21	0.65	9.40	0.70
4.38	0.30	9.56	0.34	4.38	0.43	9.56	0.46	4.38	0.65	9.56	0.69
4.54	0.30	9.72	0.34	4.54	0.43	9.72	0.45	4.54	0.66	9.72	0.69
4.70	0.31	9.89	0.34	4.70	0.44	9.89	0.45	4.70	0.66	9.89	0.69
4.86	0.31	10.05	0.34	4.86	0.44	10.05	0.46	4.86	0.67	10.05	0.69
5.02	0.31	—	—	5.02	0.44	—	—	5.02	0.67	—	—

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.563 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020 , versión 1 , del 18/05/2021

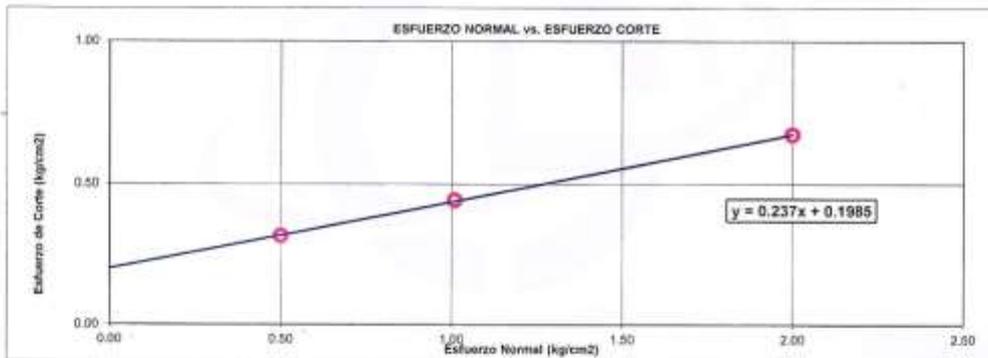
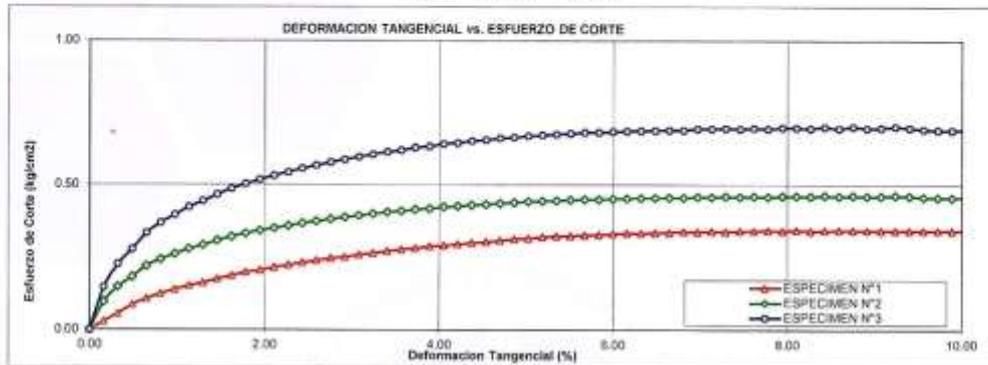
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA, NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados analizados queda a	REVISADO POR Nombre y firma: Luis Mejía Ángeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	VERSIÓN	3
	ASTM D3080	FECHA	8/11/2022
	INGEOCONTROL	PÁGINA	1 DE 1

Proyecto	Estabilización de una subbase rígida de alta plasticidad incorporando Polietileno	Registro N°:	L22-188-07
Cliente	Huaman Amaula Pedro	Realizado por:	R. Leiva
Solicitante	Huaman Amaula Pedro	Revisado por:	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	Districto de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de inicio de Ensayo:	17/10/2022
Material	Terreno Natural	Fecha de fin de Ensayo:	19/10/2022
Código de Muestra	0% cerdas de fibra de terafalato de polietileno	Profundidad:	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Oeste:	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

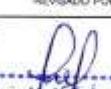
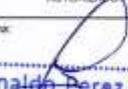
VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.20 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 13.3°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.563 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AG-FO-020, versión 1, del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (L.E.M. INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-505
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-08

Cliente : Huaman Amalia Pedro
 Solicitante : Huaman Amalia Pedro
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayauchi, Yauyos - Lima
 Material : Terrazo Natural
 Realizado por : R. Leyva
 Revisado por : L. Meigar
 Fecha de inicio de Ensayo : 19/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo : 21/10/2022

Código de Muestra : 3% cenizas de fibra de asfáltalo de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sonda / Calicata : C-1 Mena: ----
 N° de Muestra : M-1 Este: ----
 Progresiva : --- Cota: ----

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura Inicial	30.1	mm		Altura Inicial	30.1	mm		Altura Inicial	30.1	mm	
Lado de caja	61.7	mm		Lado de caja	61.7	mm		Lado de caja	61.7	mm	
Área Inicial	29.9	cm ²		Área Inicial	29.9	cm ²		Área Inicial	29.9	cm ²	
Densidad Seca	1.554	gr/cm ³		Densidad Seca	1.554	gr/cm ³		Densidad Seca	1.554	gr/cm ³	
Humedad Inic.	9.5	%		Humedad Inic.	9.5	%		Humedad Inic.	9.5	%	
Est. Normal	0.50	kg/cm ²		Est. Normal	1.01	kg/cm ²		Est. Normal	2.00	kg/cm ²	
Est. Corte	0.35	kg/cm ²		Est. Corte	0.52	kg/cm ²		Est. Corte	0.77	kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.35	0.00	0.00	5.19	0.52	0.00	0.00	5.19	0.77
0.16	0.03	5.35	0.36	0.16	0.11	5.35	0.52	0.16	0.17	5.35	0.77
0.32	0.06	5.51	0.36	0.32	0.17	5.51	0.52	0.32	0.26	5.51	0.78
0.49	0.09	5.67	0.36	0.49	0.21	5.67	0.53	0.49	0.32	5.67	0.78
0.65	0.12	5.83	0.36	0.65	0.26	5.83	0.53	0.65	0.38	5.83	0.78
0.81	0.14	6.00	0.37	0.81	0.28	6.00	0.53	0.81	0.42	6.00	0.78
0.97	0.15	6.16	0.37	0.97	0.30	6.16	0.53	0.97	0.45	6.16	0.79
1.13	0.17	6.32	0.37	1.13	0.32	6.32	0.53	1.13	0.48	6.32	0.79
1.30	0.18	6.48	0.37	1.30	0.34	6.48	0.53	1.30	0.51	6.48	0.79
1.46	0.19	6.65	0.37	1.46	0.36	6.65	0.53	1.46	0.53	6.65	0.79
1.62	0.21	6.81	0.38	1.62	0.37	6.81	0.53	1.62	0.55	6.81	0.79
1.78	0.22	6.97	0.37	1.78	0.38	6.97	0.54	1.78	0.57	6.97	0.80
1.94	0.23	7.13	0.38	1.94	0.40	7.13	0.54	1.94	0.59	7.13	0.80
2.11	0.24	7.29	0.38	2.11	0.41	7.29	0.54	2.11	0.61	7.29	0.80
2.27	0.25	7.46	0.38	2.27	0.42	7.46	0.54	2.27	0.62	7.46	0.80
2.43	0.26	7.62	0.38	2.43	0.43	7.62	0.54	2.43	0.64	7.62	0.80
2.59	0.26	7.78	0.38	2.59	0.44	7.78	0.54	2.59	0.65	7.78	0.80
2.76	0.27	7.94	0.38	2.76	0.45	7.94	0.54	2.76	0.66	7.94	0.80
2.92	0.28	8.10	0.38	2.92	0.45	8.10	0.54	2.92	0.67	8.10	0.80
3.08	0.29	8.27	0.38	3.08	0.46	8.27	0.54	3.08	0.68	8.27	0.80
3.24	0.29	8.43	0.38	3.24	0.47	8.43	0.54	3.24	0.69	8.43	0.80
3.40	0.30	8.59	0.38	3.40	0.47	8.59	0.54	3.40	0.70	8.59	0.80
3.57	0.31	8.75	0.38	3.57	0.48	8.75	0.54	3.57	0.71	8.75	0.80
3.73	0.31	8.91	0.38	3.73	0.48	8.91	0.54	3.73	0.72	8.91	0.80
3.89	0.32	9.08	0.38	3.89	0.49	9.08	0.54	3.89	0.73	9.08	0.80
4.05	0.32	9.24	0.38	4.05	0.49	9.24	0.54	4.05	0.73	9.24	0.80
4.21	0.33	9.40	0.38	4.21	0.50	9.40	0.54	4.21	0.74	9.40	0.80
4.38	0.33	9.56	0.38	4.38	0.50	9.56	0.53	4.38	0.75	9.56	0.79
4.54	0.34	9.72	0.38	4.54	0.51	9.72	0.53	4.54	0.75	9.72	0.79
4.70	0.34	9.89	0.38	4.70	0.51	9.89	0.53	4.70	0.76	9.89	0.79
4.86	0.35	10.05	0.38	4.86	0.51	10.05	0.53	4.86	0.76	10.05	0.79
5.02	0.35	---	---	5.02	0.52	---	---	5.02	0.77	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.554 gr/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020, versión 1, del 18/05/2021

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La improntación y uso de los resultados revisados queda a</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"> Luis Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C. </p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"> Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico </p>

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
	ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
	INGEOCONTROL		PÁGINA	1 DE 1

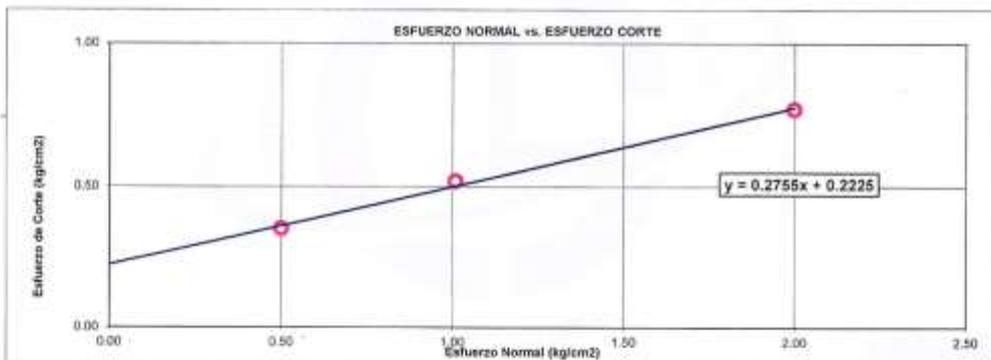
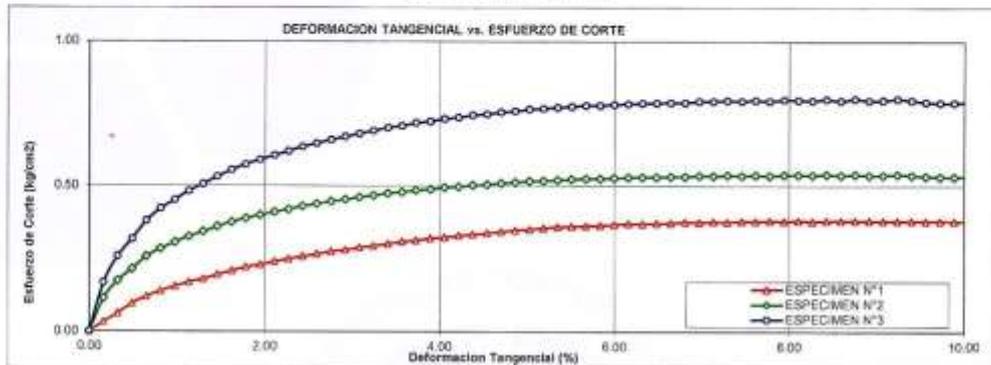
Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Poteñero Registro N°: L22-187-08

Cliente: Human Amavilla Pedro
 Solución: Human Amavilla Pedro
 Ubicación del Proyecto: Distrito de Ayerza, Yauyos - Lima
 Material: Tameno Natural
 Realizado por: R. Loyola
 Revisado por: L. Melgar
 Fecha de inicio de Ensayo: 19/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo: 21/10/2022

Código de Muestra: 3% ceras de fibra de terfeñato de polietileno
 Sonda / Calcaza: C-1
 N° de Muestra: M-1
 Progresiva: ---
 Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Norte: ---
 Este: ---
 Cota: ---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.22 kg/cm²
 Ángulo de fricción ϕ : 15.4°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remediadas a la densidad seca natural de 1.554 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FD-020, versión 1 del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (L.E.M. INGECONTROL) y jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>-----</p> <p>Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>-----</p> <p>Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

	REPORTE DE ENSAYO	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080	VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL	FECHA	8/11/2022
		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-09

Cliente : Human Amaula Pedro
 Solicitante : Human Amaula Pedro
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima
 Material : Terreno Natural
 Realizado por : R. Loyva
 Revisado por : L. Melgar
 Fecha de inicio de Ensayo : 21/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo : 23/10/2022

Código de Muestra : 5% cerdas de fibra de terafalato de polietileno
 Sondaie / Calicata : C-1
 N° de Muestra : M-1
 Progresiva : ---
 Profundidad : 0.00 - 0.20 m
 Norte : ---
 Este : ---
 Cola : ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Altura inicial:	20.1 mm	Altura inicial:	20.1 mm	Altura inicial:	20.1 mm
Lado de caja:	61.7 mm	Lado de caja:	61.7 mm	Lado de caja:	61.7 mm
Área inicial:	29.9 cm ²	Área inicial:	29.9 cm ²	Área inicial:	29.9 cm ²
Densidad Seca:	1.542 g/cm ³	Densidad Seca:	1.542 g/cm ³	Densidad Seca:	1.542 g/cm ³
Humedad inic.:	7.3 %	Humedad inic.:	7.3 %	Humedad inic.:	7.3 %
Esf. Normal:	0.50 kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01 kg/cm ²	Esf. Normal:	2.00 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.40 kg/cm ²	Esf. Corte:	0.52 kg/cm ²	Esf. Corte:	0.85 kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.40	0.00	0.00	5.19	0.53	0.00	0.00
0.16	0.13	5.35	0.41	0.16	0.17	5.35	0.54	0.16	0.27
0.32	0.17	5.51	0.41	0.32	0.22	5.51	0.54	0.32	0.36
0.49	0.18	5.67	0.42	0.49	0.24	5.67	0.55	0.49	0.38
0.65	0.19	5.83	0.43	0.65	0.25	5.83	0.56	0.65	0.41
0.81	0.21	6.00	0.43	0.81	0.28	6.00	0.56	0.81	0.45
0.97	0.22	6.16	0.43	0.97	0.29	6.16	0.57	0.97	0.47
1.13	0.23	6.32	0.44	1.13	0.31	6.32	0.58	1.13	0.50
1.30	0.25	6.48	0.44	1.30	0.33	6.48	0.58	1.30	0.53
1.46	0.26	6.65	0.45	1.46	0.34	6.65	0.59	1.46	0.55
1.62	0.26	6.81	0.45	1.62	0.36	6.81	0.59	1.62	0.58
1.78	0.27	6.97	0.45	1.78	0.36	6.97	0.59	1.78	0.58
1.94	0.28	7.13	0.45	1.94	0.37	7.13	0.60	1.94	0.60
2.11	0.29	7.29	0.45	2.11	0.38	7.29	0.60	2.11	0.61
2.27	0.30	7.46	0.45	2.27	0.39	7.46	0.60	2.27	0.64
2.43	0.31	7.62	0.45	2.43	0.40	7.62	0.60	2.43	0.65
2.59	0.32	7.78	0.46	2.59	0.42	7.78	0.60	2.59	0.68
2.76	0.32	7.94	0.46	2.76	0.43	7.94	0.61	2.76	0.70
2.92	0.33	8.10	0.46	2.92	0.43	8.10	0.61	2.92	0.70
3.08	0.33	8.27	0.46	3.08	0.45	8.27	0.61	3.08	0.71
3.24	0.33	8.43	0.47	3.24	0.45	8.43	0.62	3.24	0.71
3.40	0.33	8.59	0.46	3.40	0.46	8.59	0.61	3.40	0.71
3.57	0.34	8.75	0.46	3.57	0.46	8.75	0.61	3.57	0.73
3.73	0.35	8.91	0.47	3.73	0.47	8.91	0.62	3.73	0.75
3.89	0.35	9.08	0.47	3.89	0.47	9.08	0.61	3.89	0.77
4.05	0.37	9.24	0.47	4.05	0.48	9.24	0.62	4.05	0.79
4.21	0.37	9.40	0.47	4.21	0.49	9.40	0.62	4.21	0.79
4.38	0.38	9.56	0.47	4.38	0.50	9.56	0.62	4.38	0.81
4.54	0.38	9.72	0.47	4.54	0.50	9.72	0.62	4.54	0.81
4.70	0.39	9.88	0.48	4.70	0.51	9.88	0.63	4.70	0.83
4.86	0.39	10.05	0.48	4.86	0.51	10.05	0.63	4.86	0.83
5.02	0.40	---	---	5.02	0.52	---	---	5.02	0.85

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.542 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 7.3% considerando partículas menores al tamiz No. 4

[*] El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020 , versión 1 , del 18/05/2021

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento; toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La integridad y uso de los resultados obtenidos queda a	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR: Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

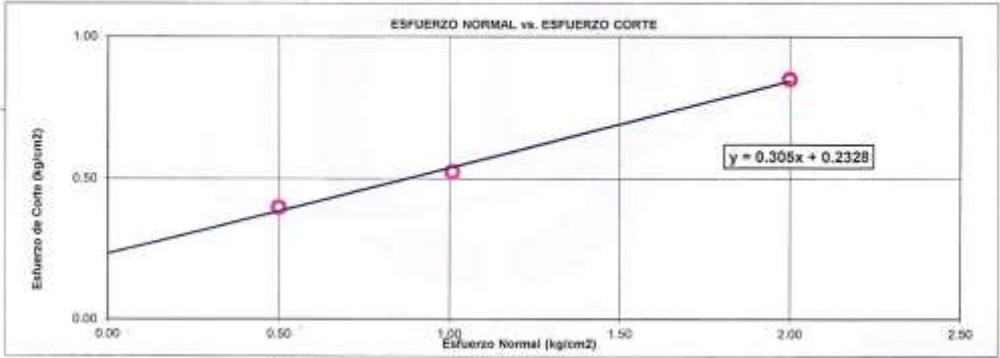
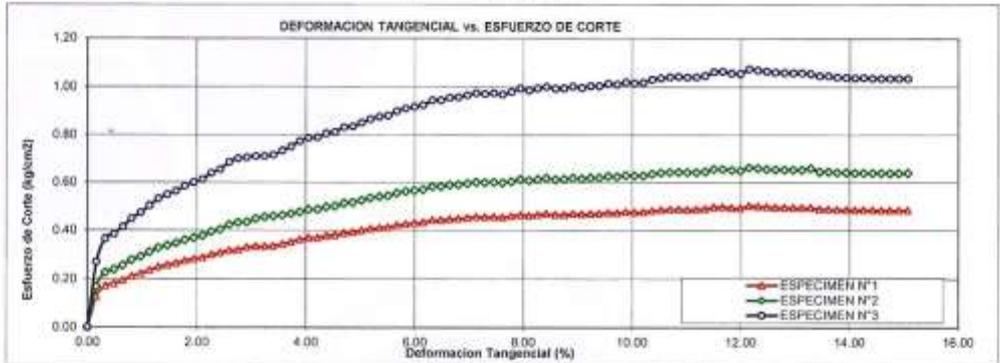


REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
INGECONTROL		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Poliolefino	Registro N°:	L23-187-08
Cliente	Huaman Amaulla Pedro	Realizado por:	R. Leyva
Solicitante	Huaman Amaulla Pedro	Revisado por:	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de inicio de Ensayo:	21/10/2022
Material	Tarriano Natural	Fecha de fin de Ensayo:	23/10/2022
Código de Muestra	9% cerdas de fibra de teréftalato de poliolefino	Profundidad:	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Cofreata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) : 0.23 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 17.0°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.547 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 7.3% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020, versión 1, del 10/09/2021.

INGECONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales S.E.M. INGECONTROL y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"><i>[Firma]</i></p> <p style="text-align: center;">Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;"><i>[Firma]</i></p> <p style="text-align: center;">Arnaldo Perez Coscco QIP: 190140 Gerente Técnico</p>

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-505
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
			PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasame arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-10

Cliente : Huaman Amaula Pedro Realizado por : R. Leyva
 Solicitante : Huaman Amaula Pedro Revisado por : L. Melgar
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima Fecha de inicio de Ensayo : 24/10/2022
 Material : Terreno Natural Fecha de fin de Ensayo : 25/10/2022

Código de Muestra : 7% cordas de fibra de terrefalato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cote: ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm	
Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm	
Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²	
Densidad Seca:	1.472	g/cm ³		Densidad Seca:	1.472	g/cm ³		Densidad Seca:	1.472	g/cm ³	
Humedad inc.:	6.8	%		Humedad inc.:	6.8	%		Humedad inc.:	6.8	%	
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²		Est. Normal:	1.01	kg/cm ²		Est. Normal:	2.00	kg/cm ²	
Est. Corte:	0.39	kg/cm ²		Est. Corte:	0.51	kg/cm ²		Est. Corte:	0.76	kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.05	0.00	5.19	0.39	0.00	0.00	5.19	0.51	0.00	0.00	5.19	0.76
0.16	0.16	5.35	0.39	0.16	0.11	5.35	0.51	0.16	0.16	5.35	0.76
0.32	0.22	5.51	0.39	0.32	0.17	5.51	0.52	0.32	0.25	5.51	0.77
0.49	0.26	5.67	0.39	0.49	0.21	5.67	0.52	0.49	0.31	5.67	0.77
0.65	0.29	5.83	0.39	0.65	0.25	5.83	0.52	0.65	0.37	5.83	0.77
0.81	0.30	6.00	0.39	0.81	0.28	6.00	0.52	0.81	0.41	6.00	0.77
0.97	0.32	6.16	0.40	0.97	0.30	6.16	0.52	0.97	0.44	6.16	0.78
1.13	0.33	6.32	0.39	1.13	0.32	6.32	0.52	1.13	0.48	6.32	0.78
1.30	0.33	6.48	0.39	1.30	0.34	6.48	0.52	1.30	0.50	6.48	0.78
1.46	0.34	6.65	0.39	1.46	0.35	6.65	0.53	1.46	0.52	6.65	0.78
1.62	0.34	6.81	0.39	1.62	0.37	6.81	0.53	1.62	0.55	6.81	0.78
1.78	0.35	6.97	0.39	1.78	0.38	6.97	0.53	1.78	0.57	6.97	0.78
1.94	0.35	7.13	0.39	1.94	0.39	7.13	0.53	1.94	0.58	7.13	0.78
2.11	0.35	7.29	0.39	2.11	0.40	7.29	0.53	2.11	0.60	7.29	0.79
2.27	0.36	7.46	0.39	2.27	0.41	7.46	0.53	2.27	0.61	7.46	0.79
2.43	0.36	7.62	0.39	2.43	0.42	7.62	0.53	2.43	0.63	7.62	0.79
2.59	0.36	7.78	0.39	2.59	0.43	7.78	0.53	2.59	0.64	7.78	0.79
2.76	0.36	7.94	0.39	2.76	0.44	7.94	0.53	2.76	0.65	7.94	0.79
2.92	0.37	8.10	0.39	2.92	0.45	8.10	0.53	2.92	0.66	8.10	0.79
3.08	0.37	8.27	0.39	3.08	0.45	8.27	0.53	3.08	0.67	8.27	0.79
3.24	0.37	8.43	0.39	3.24	0.46	8.43	0.53	3.24	0.68	8.43	0.79
3.40	0.38	8.59	0.39	3.40	0.47	8.59	0.53	3.40	0.69	8.59	0.79
3.57	0.38	8.75	0.39	3.57	0.47	8.75	0.53	3.57	0.70	8.75	0.79
3.73	0.38	8.91	0.39	3.73	0.48	8.91	0.53	3.73	0.71	8.91	0.79
3.89	0.38	9.08	0.39	3.89	0.48	9.08	0.53	3.89	0.72	9.08	0.79
4.05	0.38	9.24	0.39	4.05	0.49	9.24	0.53	4.05	0.72	9.24	0.79
4.21	0.38	9.40	0.39	4.21	0.49	9.40	0.53	4.21	0.73	9.40	0.79
4.38	0.39	9.56	0.39	4.38	0.50	9.56	0.53	4.38	0.74	9.56	0.78
4.54	0.39	9.72	0.39	4.54	0.50	9.72	0.53	4.54	0.74	9.72	0.78
4.70	0.39	9.89	0.39	4.70	0.50	9.89	0.53	4.70	0.75	9.89	0.78
4.86	0.39	10.05	0.39	4.86	0.51	10.05	0.53	4.86	0.75	10.05	0.78
5.02	0.39	---	---	5.02	0.51	---	---	5.02	0.76	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.472 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 6.8% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020, versión 1, del 18/05/2021

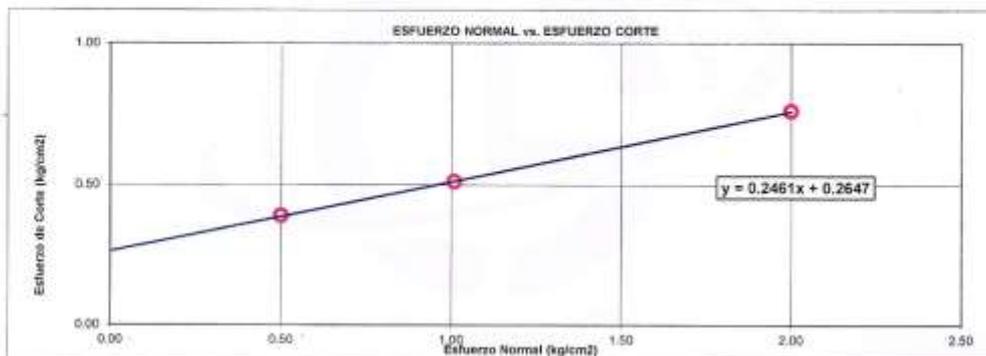
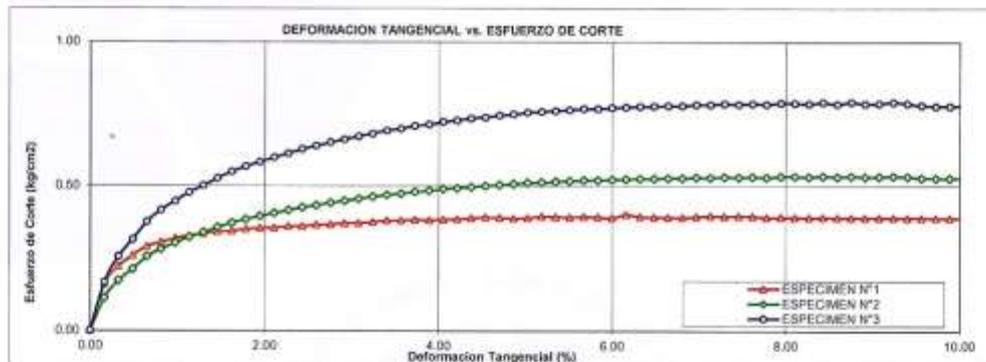
INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco C/P: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
	ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
	INGEOCONTROL		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto	: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Poliestireno	Registro N°:	L22-157-18
Cliente	: Huamán Anauá Piedra	Realizado por:	R. Layva
Solicitante	: Huamán Anauá Piedra	Revisado por:	L. Mejía
Ubicación del Proyecto	: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de inicio de Ensayo:	24/09/2022
Material	: Terreno Natural	Fecha de fin de Ensayo:	29/09/2022
Código de Muestra	: 7% ceros de fibra de torrefacto de poliestireno	Profundidad:	0.00 - 0.20 m
Sondeo / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

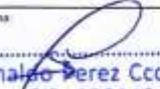
VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) : 0.26 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 13.8°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.472 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 6.8% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FD-020, versión 1, del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Mejía Ángeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cosco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
			PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-185-11

Cliente: Huaman Amaula Pedro
 Solicitante: Huaman Amaula Pedro
 Ubicación del Proyecto: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima
 Material: Terreno Natural
 Realizado por: R. Leyva
 Revisado por: L. Meigar
 Fecha de Inicio de Ensayo: 27/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo: 29/10/2022

Código de Muestra: 0% cerdas de fibra de terrefalato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sondaje / Calicata: C-2 Norte: ---
 N° de Muestra: M-1 Este: ---
 Progresiva: --- Cota: ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

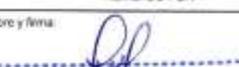
ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura Inicial:	20.1	mm	Altura Inicial:	20.1	mm	Altura Inicial:	20.1	mm			
Lado de caja:	61.7	mm	Lado de caja:	61.7	mm	Lado de caja:	61.7	mm			
Área Inicial:	29.9	cm ²	Área Inicial:	29.9	cm ²	Área Inicial:	29.9	cm ²			
Densidad Seca:	1.563	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.563	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.563	gr/cm ³			
Humedad Inic.:	9.5	%	Humedad Inic.:	9.5	%	Humedad Inic.:	9.5	%			
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.00	kg/cm ²			
Esf. Corte:	0.35	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.47	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.71	kg/cm ²			

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.34	0.00	0.00	5.19	0.47	0.00	0.00	5.19	0.71
0.16	0.03	5.35	0.34	0.16	0.10	5.35	0.47	0.16	0.15	5.35	0.71
0.32	0.06	5.51	0.34	0.32	0.16	5.51	0.47	0.32	0.24	5.51	0.72
0.49	0.05	5.67	0.34	0.49	0.19	5.67	0.47	0.49	0.29	5.67	0.72
0.65	0.11	5.83	0.34	0.65	0.23	5.83	0.47	0.65	0.35	5.83	0.72
0.81	0.13	6.00	0.35	0.81	0.25	6.00	0.48	0.81	0.39	6.00	0.72
0.97	0.15	6.16	0.35	0.97	0.27	6.16	0.48	0.97	0.42	6.16	0.73
1.13	0.16	6.32	0.35	1.13	0.29	6.32	0.48	1.13	0.44	6.32	0.73
1.30	0.17	6.48	0.35	1.30	0.31	6.48	0.48	1.30	0.47	6.48	0.73
1.46	0.18	6.65	0.35	1.46	0.32	6.65	0.48	1.46	0.49	6.65	0.73
1.62	0.20	6.81	0.36	1.62	0.34	6.81	0.48	1.62	0.51	6.81	0.73
1.78	0.21	6.97	0.35	1.78	0.35	6.97	0.48	1.78	0.53	6.97	0.73
1.94	0.22	7.13	0.36	1.94	0.36	7.13	0.48	1.94	0.55	7.13	0.73
2.11	0.23	7.29	0.36	2.11	0.37	7.29	0.48	2.11	0.56	7.29	0.74
2.27	0.23	7.46	0.36	2.27	0.38	7.46	0.48	2.27	0.57	7.46	0.73
2.43	0.24	7.62	0.36	2.43	0.39	7.62	0.48	2.43	0.59	7.62	0.74
2.59	0.25	7.78	0.36	2.59	0.39	7.78	0.48	2.59	0.60	7.78	0.73
2.76	0.26	7.94	0.36	2.76	0.40	7.94	0.49	2.76	0.61	7.94	0.74
2.92	0.26	8.10	0.36	2.92	0.41	8.10	0.49	2.92	0.62	8.10	0.74
3.08	0.27	8.27	0.36	3.08	0.41	8.27	0.48	3.08	0.63	8.27	0.74
3.24	0.28	8.43	0.36	3.24	0.42	8.43	0.49	3.24	0.64	8.43	0.74
3.40	0.28	8.59	0.36	3.40	0.43	8.59	0.48	3.40	0.65	8.59	0.74
3.57	0.29	8.75	0.36	3.57	0.43	8.75	0.49	3.57	0.65	8.75	0.74
3.73	0.29	8.91	0.36	3.73	0.44	8.91	0.48	3.73	0.66	8.91	0.74
3.89	0.30	9.08	0.36	3.89	0.44	9.08	0.48	3.89	0.67	9.08	0.74
4.05	0.30	9.24	0.36	4.05	0.44	9.24	0.49	4.05	0.68	9.24	0.74
4.21	0.31	9.40	0.36	4.21	0.45	9.40	0.48	4.21	0.68	9.40	0.74
4.38	0.32	9.56	0.36	4.38	0.45	9.56	0.48	4.38	0.69	9.56	0.73
4.54	0.32	9.72	0.36	4.54	0.46	9.72	0.48	4.54	0.69	9.72	0.73
4.70	0.32	9.89	0.36	4.70	0.46	9.89	0.48	4.70	0.70	9.89	0.73
4.86	0.33	10.05	0.36	4.86	0.46	10.05	0.48	4.86	0.70	10.05	0.73
5.02	0.33	---	---	5.02	0.47	---	---	5.02	0.71	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldadas a la densidad seca natural de 1.563 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020 , versión 1 , del 18/09/2021

INGEOCONTROL S.A.C		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La integridad y uso de los resultados emitidos queda a	Nombre y firma:  Luis Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERO S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-505
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
	ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
	INGEOCONTROL		PÁGINA	1 DE 1

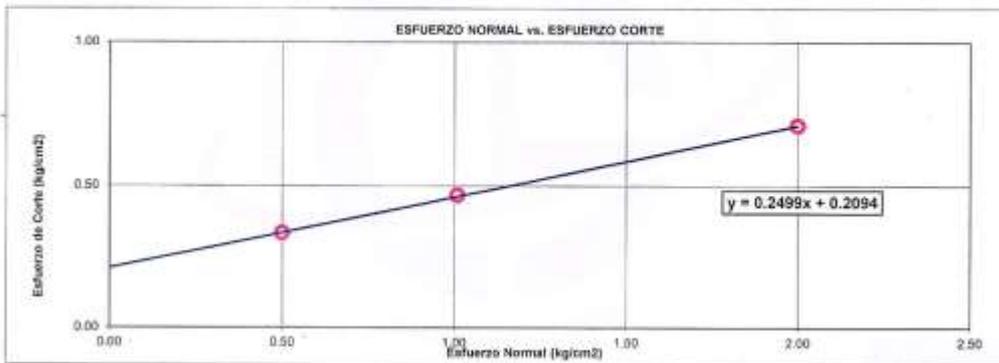
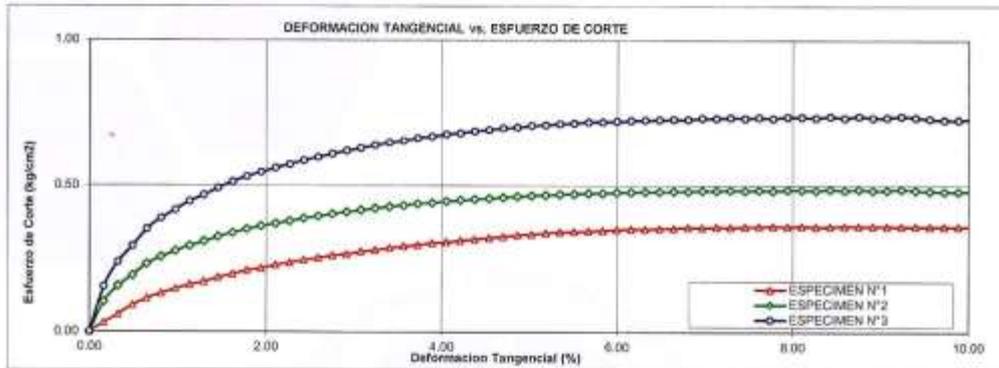
Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-188-11

Cliente : Huaman Amaula Pedro
 Solicitante : Huaman Amaula Pedro
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima
 Material : Terreno Natural
 Realizado por : R. Leyva
 Revisado por : L. Mejar
 Fecha de inicio de Ensayo : 27/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo : 29/10/2022

Código de Muestra : 0% cargas de fibra de terofalato de polietileno
 Sondeo / Calce : C-2
 N° de Muestra : M-1
 Progresiva : ---
 Profundidad : 0.00 - 0.20 m
 Hora : ---
 Este : ---
 Cota : ---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) : 0.21 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 14.0°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.563 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020, versión 1, del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LTM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Mejar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico



REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-12

Cliete : Huaman Armaulta Pedro
 Solicitante : Huaman Armaulta Pedro Realizado por : R. Leyva
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima Revisado por : L. Melgar
 Material : Terreno Natural Fecha de inicio de Ensayo : 31/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo : 2/11/2022

Código de Muestra : 3% cerdas de fibra de terrefilato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sonda(s) / Calzaca : C-1 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura Inicial:	20.1	mm		Altura Inicial:	20.1	mm		Altura Inicial:	20.1	mm	
Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm	
Área Inicial:	29.9	cm ²		Área Inicial:	29.9	cm ²		Área Inicial:	29.9	cm ²	
Densidad Seca:	1.554	g/cm ³		Densidad Seca:	1.554	g/cm ³		Densidad Seca:	1.554	g/cm ³	
Humedad Inic.:	9.5	%		Humedad Inic.:	9.5	%		Humedad Inic.:	9.5	%	
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²		Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²		Esf. Normal:	2.00	kg/cm ²	
Esf. Corte:	0.37	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.55	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.81	kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.37	0.00	0.00	5.19	0.55	0.00	0.00	5.19	0.81
0.16	0.03	5.35	0.38	0.16	0.12	5.35	0.55	0.16	0.18	5.35	0.82
0.32	0.07	5.51	0.38	0.32	0.18	5.51	0.55	0.32	0.27	5.51	0.82
0.49	0.10	5.57	0.38	0.49	0.22	5.57	0.56	0.49	0.33	5.57	0.83
0.65	0.13	5.83	0.38	0.65	0.27	5.83	0.56	0.65	0.40	5.83	0.83
0.81	0.15	6.00	0.39	0.81	0.30	6.00	0.56	0.81	0.44	6.00	0.83
0.97	0.16	6.16	0.39	0.97	0.32	6.16	0.56	0.97	0.48	6.16	0.83
1.13	0.18	6.32	0.39	1.13	0.34	6.32	0.56	1.13	0.51	6.32	0.83
1.30	0.19	6.48	0.39	1.30	0.36	6.48	0.56	1.30	0.53	6.48	0.84
1.46	0.20	6.65	0.39	1.46	0.38	6.65	0.56	1.46	0.56	6.65	0.84
1.62	0.22	6.81	0.40	1.62	0.39	6.81	0.56	1.62	0.59	6.81	0.84
1.78	0.23	6.97	0.40	1.78	0.41	6.97	0.57	1.78	0.61	6.97	0.84
1.94	0.24	7.13	0.40	1.94	0.42	7.13	0.57	1.94	0.63	7.13	0.84
2.11	0.25	7.29	0.40	2.11	0.43	7.29	0.57	2.11	0.64	7.29	0.84
2.27	0.26	7.46	0.40	2.27	0.44	7.46	0.57	2.27	0.66	7.46	0.84
2.43	0.27	7.62	0.40	2.43	0.45	7.62	0.57	2.43	0.67	7.62	0.84
2.59	0.28	7.78	0.40	2.59	0.46	7.78	0.57	2.59	0.69	7.78	0.84
2.76	0.29	7.94	0.40	2.76	0.47	7.94	0.57	2.76	0.70	7.94	0.85
2.92	0.29	8.10	0.40	2.92	0.48	8.10	0.57	2.92	0.71	8.10	0.85
3.08	0.30	8.27	0.40	3.08	0.49	8.27	0.57	3.08	0.72	8.27	0.84
3.24	0.31	8.43	0.40	3.24	0.49	8.43	0.57	3.24	0.73	8.43	0.85
3.40	0.32	8.59	0.40	3.40	0.50	8.59	0.57	3.40	0.74	8.59	0.84
3.57	0.32	8.75	0.40	3.57	0.51	8.75	0.57	3.57	0.75	8.75	0.85
3.73	0.33	8.91	0.40	3.73	0.51	8.91	0.57	3.73	0.76	8.91	0.84
3.89	0.34	9.08	0.40	3.89	0.52	9.08	0.57	3.89	0.77	9.08	0.85
4.05	0.34	9.24	0.40	4.05	0.52	9.24	0.57	4.05	0.78	9.24	0.85
4.21	0.35	9.40	0.40	4.21	0.53	9.40	0.57	4.21	0.78	9.40	0.85
4.38	0.36	9.56	0.40	4.38	0.53	9.56	0.56	4.38	0.79	9.56	0.84
4.54	0.36	9.72	0.40	4.54	0.53	9.72	0.56	4.54	0.79	9.72	0.84
4.70	0.36	9.89	0.40	4.70	0.54	9.89	0.56	4.70	0.80	9.89	0.84
4.86	0.37	10.05	0.40	4.86	0.54	10.05	0.56	4.86	0.81	10.05	0.84
5.02	0.37	---	---	5.02	0.55	---	---	5.02	0.81	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.554 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FQ-020 , versión 1 , del 18/05/2021

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no debe validarse sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados quedan a	REVISADO POR Nombre y firma: Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080	VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL	FECHA	8/11/2022
		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-12

Cliente: Huaman Amaula Pedro
 Solicitante: Huaman Amaula Pedro
 Ubicación del Proyecto: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima
 Material: Terrazo Natural

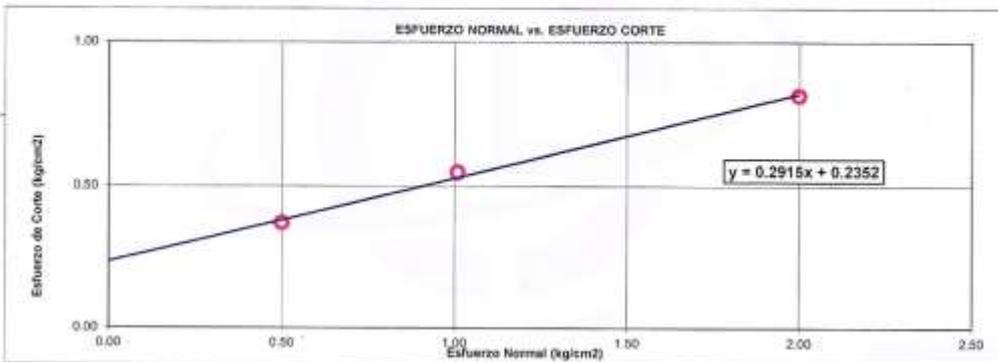
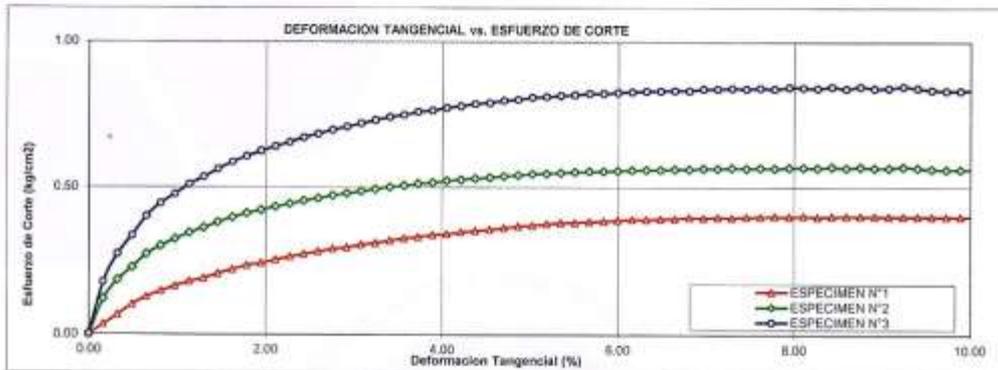
Realizado por: R. Leyva
 Revisado por: L. Melgar
 Fecha de inicio de Ensayo: 31/10/2022
 Fecha de fin de Ensayo: 21/11/2022

Código de Muestra: 3% ceras de fibra de jarafolato de polietileno
 Sonda / Calibración: C-1
 N° de Muestra: M-1
 Progresiva: ---

Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Norte: ---
 Este: ---
 Cotm: ---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) : 0.24 kg/cm²
 Ángulo de fricción (φ) : 15.3°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remaneadas a la densidad seca natural de 1.554 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 9.5% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FD-000, versión 1, del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM INGENIERÍA) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERÍA S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGED-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
			PÁGINA	1 DE 1

Proyecto: Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-13

Cliente: Huaman Armaulta Pedro
 Solicitante: Huaman Armaulta Pedro
 Ubicación del Proyecto: Distrito de Ayaviri, Yauyos - Lima
 Material: Terrazo Natural
 Realizado por: R. Leyva
 Revisado por: L. Meigar
 Fecha de inicio de Ensayo: 2/11/2022
 Fecha de fin de Ensayo: 4/11/2022

Código de Muestra: 5% cerdas de fibra de terofluato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sondaje / Calicata: C-2 Norte: ---
 N° de Muestra: M-1 Este: ---
 Progresiva: --- Cota: ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

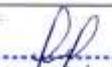
ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm		Altura inicial:	20.1	mm	
Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm		Lado de caja:	61.7	mm	
Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²		Área inicial:	29.9	cm ²	
Densidad Seca:	1.542	g/cm ³		Densidad Seca:	1.542	g/cm ³		Densidad Seca:	1.542	g/cm ³	
Humedad Inic.:	7.3	%		Humedad Inic.:	7.3	%		Humedad Inic.:	7.3	%	
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²		Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²		Esf. Normal:	2.00	kg/cm ²	
Esf. Corte:	0.42	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.56	kg/cm ²		Esf. Corte:	0.90	kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.43	0.00	0.00	5.19	0.57	0.00	0.00	5.19	0.92
0.16	0.11	5.35	0.43	0.16	0.14	5.35	0.57	0.16	0.22	5.35	0.93
0.32	0.18	5.51	0.44	0.32	0.20	5.51	0.58	0.32	0.29	5.51	0.93
0.48	0.19	5.67	0.45	0.48	0.25	5.67	0.59	0.48	0.39	5.67	0.95
0.65	0.20	5.83	0.45	0.65	0.27	5.83	0.59	0.65	0.44	5.83	0.97
0.81	0.22	6.00	0.46	0.81	0.29	6.00	0.59	0.81	0.48	6.00	0.97
0.97	0.23	6.16	0.46	0.97	0.31	6.16	0.59	0.97	0.50	6.16	0.98
1.13	0.25	6.32	0.47	1.13	0.33	6.32	0.52	1.13	0.53	6.32	1.00
1.30	0.26	6.48	0.47	1.30	0.35	6.48	0.52	1.30	0.56	6.48	1.00
1.46	0.27	6.65	0.47	1.46	0.36	6.65	0.52	1.46	0.58	6.65	1.01
1.62	0.28	6.81	0.47	1.62	0.37	6.81	0.53	1.62	0.60	6.81	1.02
1.78	0.29	6.97	0.48	1.78	0.38	6.97	0.53	1.78	0.62	6.97	1.02
1.94	0.30	7.13	0.48	1.94	0.39	7.13	0.54	1.94	0.64	7.13	1.03
2.11	0.30	7.29	0.48	2.11	0.40	7.29	0.54	2.11	0.65	7.29	1.03
2.27	0.32	7.46	0.48	2.27	0.42	7.46	0.54	2.27	0.68	7.46	1.03
2.43	0.32	7.62	0.48	2.43	0.43	7.62	0.53	2.43	0.69	7.62	1.03
2.59	0.33	7.78	0.49	2.59	0.45	7.78	0.54	2.59	0.73	7.78	1.04
2.75	0.34	7.94	0.49	2.75	0.46	7.94	0.55	2.75	0.75	7.94	1.05
2.92	0.35	8.10	0.49	2.92	0.46	8.10	0.54	2.92	0.75	8.10	1.05
3.08	0.35	8.27	0.49	3.08	0.47	8.27	0.55	3.08	0.76	8.27	1.05
3.24	0.35	8.43	0.50	3.24	0.48	8.43	0.56	3.24	0.77	8.43	1.06
3.40	0.35	8.59	0.49	3.40	0.49	8.59	0.56	3.40	0.79	8.59	1.05
3.57	0.36	8.75	0.49	3.57	0.49	8.75	0.55	3.57	0.80	8.75	1.06
3.73	0.37	8.91	0.50	3.73	0.50	8.91	0.56	3.73	0.80	8.91	1.06
3.89	0.38	9.08	0.49	3.89	0.50	9.08	0.55	3.89	0.82	9.08	1.06
4.05	0.39	9.24	0.50	4.05	0.51	9.24	0.56	4.05	0.83	9.24	1.07
4.21	0.39	9.40	0.50	4.21	0.52	9.40	0.56	4.21	0.84	9.40	1.07
4.38	0.40	9.56	0.50	4.38	0.53	9.56	0.56	4.38	0.86	9.56	1.08
4.54	0.40	9.72	0.50	4.54	0.53	9.72	0.56	4.54	0.86	9.72	1.07
4.70	0.41	9.89	0.51	4.70	0.54	9.89	0.57	4.70	0.88	9.89	1.08
4.86	0.41	10.05	0.50	4.86	0.55	10.05	0.57	4.86	0.89	10.05	1.08
5.02	0.42	---	---	5.02	0.56	---	---	5.02	0.90	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.542 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 7.3% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FD-020 , versión 1 , del 18/06/2021

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La integridad y uso de los resultados es única fuente a	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Mejías Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

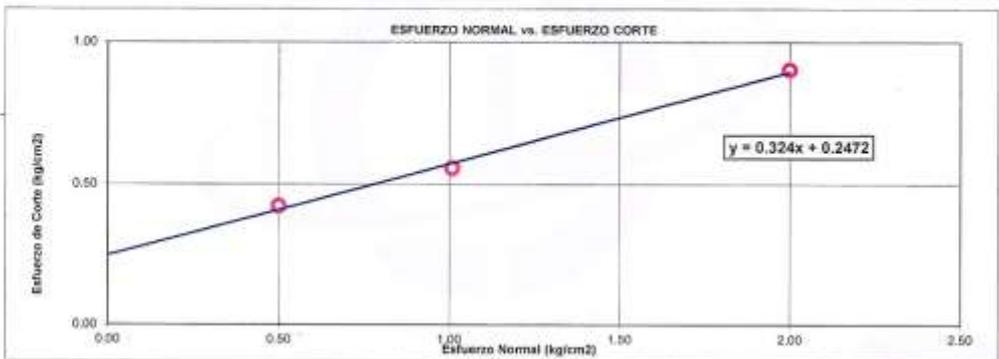
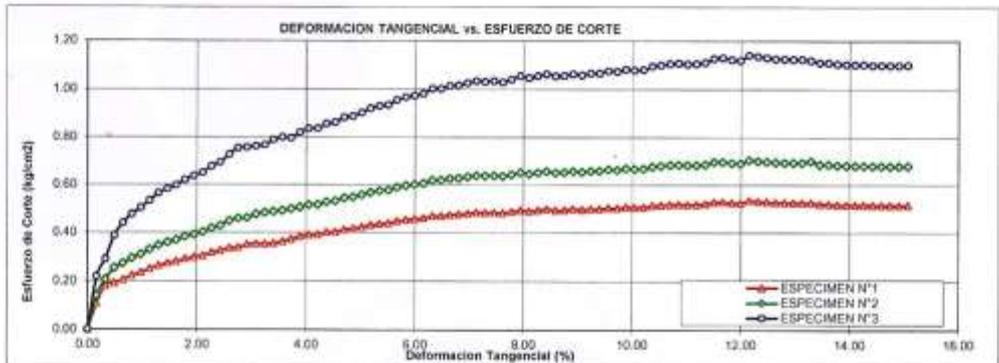


REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGED-LAB-F-S05
ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
INGECONTROL		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto	Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno	Registro N°	L22-157-13
Cliente	Huaman Armasula Pedro	Realizado por	R. Leiva
Solicitante	Huaman Armasula Pedro	Revisado por	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	Districto de Ayaviri, Yauyos - Lima	Fecha de inicio de Ensayo	2/11/2022
Material	Terreno Natural	Fecha de fin de Ensayo	4/11/2022
Código de Muestra	5% cenizas de fibra de terofolato de polietileno	Profundidad	0.00 - 0.20 m
Sonda / Calicata	C-2	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Oeste	---

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.25 kg/cm²
 Ángulo de fricción ϕ : 18.0°

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.542 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 7.3% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FD-025, versión 1.0 del 18/05/2021.

INGECONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEMA-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080		VERSIÓN	3
	INGEOCONTROL		FECHA	8/11/2022
			PÁGINA	1 DE 1

Proyecto : Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno Registro N°: L22-157-14

Cliente : Huaman Amaula Pedro
 Solicitante : Huaman Amaula Pedro
 Ubicación del Proyecto : Distrito de Ayarivi, Yauyos - Lima
 Material : Terreno Natural
 Realizado por : R. Leyva
 Revisado por : L. Melgar
 Fecha de inicio de Ensayo : 7/11/2022
 Fecha de fin de Ensayo : 8/11/2022

Código de Muestra : 7% cintas de fibra de terilitato de polietileno Profundidad: 0.00 - 0.20 m
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.1	mm	Altura inicial:	20.1	mm	Altura inicial:	20.1	mm
Lado de caja:	61.7	mm	Lado de caja:	61.7	mm	Lado de caja:	61.7	mm
Área inicial:	29.9	cm ²	Área inicial:	29.9	cm ²	Área inicial:	29.9	cm ²
Densidad Seca:	1.472	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.472	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.472	gr/cm ³
Humedad Inic.:	6.8	%	Humedad Inic.:	6.8	%	Humedad Inic.:	6.8	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	2.00	kg/cm ²
Est. Corte:	0.41	kg/cm ²	Est. Corte:	0.54	kg/cm ²	Est. Corte:	0.80	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	5.19	0.42	0.00	0.00	5.19	0.54	0.00	0.00	5.19	0.80
0.16	0.17	5.35	0.41	0.16	0.12	5.35	0.54	0.16	0.17	5.35	0.81
0.32	0.23	5.51	0.41	0.32	0.18	5.51	0.54	0.32	0.27	5.51	0.81
0.49	0.27	5.67	0.41	0.49	0.22	5.67	0.55	0.49	0.33	5.67	0.81
0.65	0.30	5.83	0.41	0.65	0.27	5.83	0.55	0.65	0.39	5.83	0.81
0.81	0.32	6.00	0.41	0.81	0.29	6.00	0.55	0.81	0.44	6.00	0.82
0.97	0.33	6.16	0.42	0.97	0.32	6.16	0.55	0.97	0.47	6.16	0.82
1.13	0.34	6.32	0.41	1.13	0.34	6.32	0.55	1.13	0.50	6.32	0.82
1.30	0.35	6.48	0.41	1.30	0.35	6.48	0.55	1.30	0.53	6.48	0.82
1.46	0.36	6.65	0.41	1.46	0.37	6.65	0.55	1.46	0.55	6.65	0.82
1.62	0.36	6.81	0.41	1.62	0.39	6.81	0.55	1.62	0.58	6.81	0.82
1.78	0.37	6.97	0.41	1.78	0.40	6.97	0.56	1.78	0.60	6.97	0.83
1.94	0.37	7.13	0.42	1.94	0.41	7.13	0.56	1.94	0.62	7.13	0.83
2.11	0.37	7.29	0.42	2.11	0.42	7.29	0.56	2.11	0.63	7.29	0.83
2.27	0.38	7.46	0.42	2.27	0.44	7.46	0.56	2.27	0.65	7.46	0.83
2.43	0.38	7.62	0.41	2.43	0.45	7.62	0.56	2.43	0.66	7.62	0.83
2.59	0.38	7.78	0.41	2.59	0.45	7.78	0.56	2.59	0.67	7.78	0.83
2.76	0.38	7.94	0.41	2.76	0.46	7.94	0.56	2.76	0.69	7.94	0.83
2.92	0.39	8.10	0.41	2.92	0.47	8.10	0.56	2.92	0.70	8.10	0.83
3.08	0.39	8.27	0.41	3.08	0.48	8.27	0.56	3.08	0.71	8.27	0.83
3.24	0.39	8.43	0.41	3.24	0.49	8.43	0.56	3.24	0.72	8.43	0.84
3.40	0.40	8.59	0.41	3.40	0.49	8.59	0.58	3.40	0.73	8.59	0.83
3.57	0.40	8.75	0.41	3.57	0.50	8.75	0.58	3.57	0.74	8.75	0.84
3.73	0.40	8.91	0.41	3.73	0.50	8.91	0.58	3.73	0.75	8.91	0.83
3.89	0.40	9.08	0.41	3.89	0.51	9.08	0.58	3.89	0.75	9.08	0.83
4.05	0.40	9.24	0.41	4.05	0.51	9.24	0.58	4.05	0.76	9.24	0.84
4.21	0.40	9.40	0.41	4.21	0.52	9.40	0.58	4.21	0.77	9.40	0.83
4.38	0.41	9.56	0.41	4.38	0.52	9.56	0.56	4.38	0.78	9.56	0.83
4.54	0.41	9.72	0.41	4.54	0.53	9.72	0.55	4.54	0.78	9.72	0.82
4.70	0.41	9.89	0.41	4.70	0.53	9.89	0.55	4.70	0.79	9.89	0.82
4.86	0.41	10.05	0.41	4.86	0.53	10.05	0.55	4.86	0.79	10.05	0.83
5.02	0.41	---	---	5.02	0.54	---	---	5.02	0.80	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.472 gr/cm³ y al contenido de humedad natural de 6.8% considerando partículas menores al tamiz No. 4

(*) El presente documento reemplaza al documento AE-FD-020, versión 1, del 18/05/2021

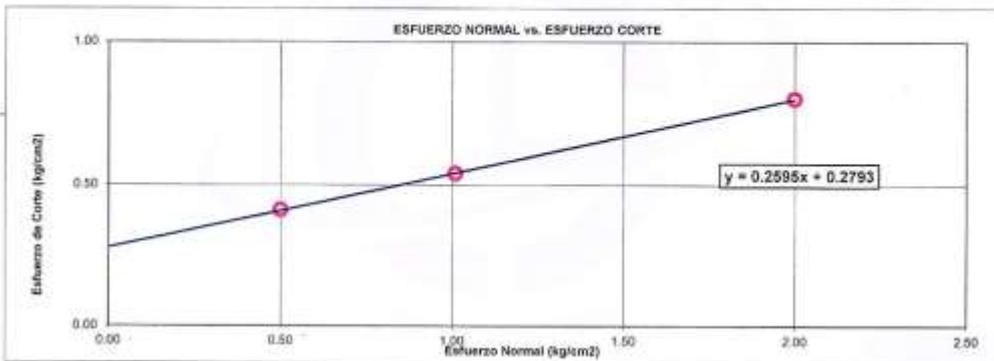
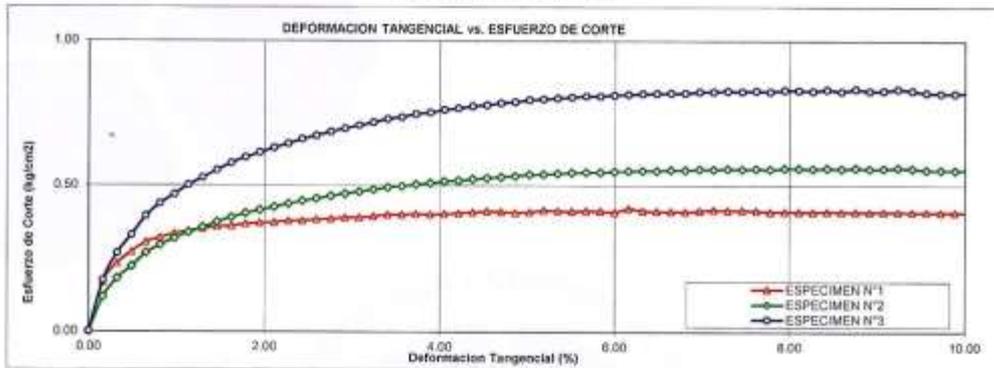
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEN-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento; toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cooscco CP: 190140 Gerente Técnico

	REPORTE DE ENSAYO		CÓDIGO	INGEO-LAB-F-S05
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO		VERSIÓN	3
	ASTM D3080		FECHA	8/11/2022
	INGEOCONTROL		PÁGINA	1 DE 1

Proyecto	Estabilización de una subrasante profunda de alta plasticidad incorporando Polietileno	Registro N°	L22-157-14
Cliente	Huaman Amaula Pedro	Realizado por	R. Leyva
Solicitante	Huaman Amaula Pedro	Revisado por	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	Distrito de Ayaúsi, Yauyos - Lima	Fecha de inicio de Ensayo	7/11/2022
Materiales	Terreno Natural	Fecha de fin de Ensayo	9/11/2022
Código de Muestra	7% cargas de fibra de terrafalso de polietileno	Profundidad	0.00 - 0.20 m
Sondaje / Calicata	C-2	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	---	Oeste	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) 0.28 kg/cm²
 Ángulo de fricción (φ) 14.5°

OBSERVACIONES:

Muestra probada e identificada por el solicitante.
 Las muestras fueron remediadas a la densidad seca natural de 1.472 g/cm³ y al contenido de humedad natural de 6.6% considerando partículas menores al tamiz No. 4.
 El presente documento reemplaza al documento AE-FO-020, versión 1. del 18/05/2021.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento es de uso restringido y no debe ser divulgado sin la autorización del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEMA-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGENIERO S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-022-2022**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC

Atención : INGEOCONTROL SAC

Lugar de calibración : Mz. A lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa - San Martín de Porras - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : Electronic Balance Clase : II

Número de serie : 201224036 Tipo : Digital

Código de identificación : LS-10 Procedencia : China

Modelo : WT40002GEJ

Capacidad máxima : 4000 g

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas clase F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas clase F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa clase F1 de 1 Kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas clase F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa clase F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa clase F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa clase F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas clase F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021, M-0304-2021 y 01 pesa clase F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.

Fecha de calibración : 2022-05-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-16	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si	Escala	No
Oscilación Libre	Si	Cursor	No
Plataforma	Si	Nivelación	Si
Sistema de Traba	No		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19,8	19,7		67	68

Medición N°	Carga L1 = 2000 g			Carga L2 = 4000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1999,98	0,005	-0,020	3999,99	0,007	-0,012
2	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,007	-0,012
3	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,007	-0,012
4	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,006	-0,011
5	1999,98	0,006	-0,021	4000,00	0,005	0,000
6	2000,00	0,005	0,000	4000,01	0,005	0,010
7	1999,99	0,005	-0,010	4000,01	0,006	0,009
8	2000,01	0,005	0,010	4000,01	0,007	0,008
9	2000,00	0,005	0,000	4000,02	0,007	0,018
10	1999,98	0,005	-0,020	4000,02	0,007	0,018

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>4</td></tr> </table>	2	1	3	5		4	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3											
5		4											
		19,8	19,8	66	67								

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,00	0,005	0,000	0,000
2	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1199,99	0,005	-0,010	-0,010
3	1,00	0,99	0,005	-0,010	1200,0	1200,02	0,005	0,020	0,030
4	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,01	0,005	0,010	0,010
5	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,01	0,005	0,010	0,010

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19,8	19,8		66	66

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,00	0,004	0,001	(*)					
20,0	19,99	0,004	-0,009	-0,010	19,99	0,004	-0,009	-0,010	0,1
100,0	99,99	0,004	-0,009	-0,010	99,99	0,004	-0,009	-0,010	0,1
200,0	199,99	0,004	-0,009	-0,010	199,99	0,005	-0,010	-0,011	0,1
500,0	499,99	0,005	-0,010	-0,011	499,99	0,005	-0,010	-0,011	0,1
1000,0	999,99	0,005	-0,010	-0,011	999,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
1500,0	1499,99	0,005	-0,010	-0,011	1499,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
2000,0	1999,99	0,005	-0,010	-0,011	1999,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
2500,0	2499,99	0,005	-0,010	-0,011	2499,99	0,006	-0,011	-0,012	0,3
3000,0	2999,99	0,006	-0,011	-0,012	2999,99	0,006	-0,011	-0,012	0,3
4000,0	3999,98	0,006	-0,021	-0,022	3999,99	0,007	-0,012	-0,013	0,3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,021g + (0,00000062)I$
------------------------------	------------------------------

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

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 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104-B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27473-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo EQUIPO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Instrument

Fabricante DIRECT SHEAR MACHINE // HIGH WEIGHT

Manufacturer

Modelo 2J1D

Model

Número de Serie 201101-1 // 97F0926 // 20191430

Serial Number

Identificación Interna 2021081

Internal Identification

Capacidad Máxima 306 kgf

Maximum Capacity

Solicitante INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Customer

Dirección MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Address

Ciudad Lima - Perú

City

Fecha de Calibración 2022 - 10 - 12

Date of calibration

Fecha de Emisión 2022 - 10 - 21

Date of issue

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 06

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrologia


Tecg. William Andrés Molina
Metrologo Laboratorio de Metrologia

LW-PC-05-F-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 • Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

F-27473-002 R0

Pág. 2 de 6

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kgf
Resolución	0,01 kgf
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	1 kgf

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación

Tabla 1.

Indicaciones como se recibe la máquina antes de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón				Errores Relativos		
	S ₁	S ₂	S ₃	Promedio	Indicación	Repetibilidad	
	Ascendente	Ascendente	Ascendente	S _{1, 2 y 3}	q	b	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	%	%	
20	61,20	61,551	61,469	61,500	61,507	-0,50	0,13
40	122,40	119,88	119,95	119,90	119,91	2,08	0,06
60	183,60	180,91	181,05	180,99	180,98	1,45	0,08
80	244,80	242,03	239,35	241,98	241,12	1,53	1,13
100	306,00	302,92	303,04	302,98	302,98	1,00	0,04

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	Promedio
	Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	S _{1, 2 y 3}
%	kgf	kgf	---	kgf	---	kgf
20	61,20	61,551	---	61,500	---	61,507
30	91,80	92,264	---	92,091	---	92,118
40	122,40	122,94	---	122,83	---	122,86
50	153,00	153,59	---	153,46	---	153,48
60	183,60	184,20	---	184,15	---	184,15
70	214,20	214,83	---	214,77	---	214,78
80	245,80	245,41	---	245,39	---	245,39
90	275,40	276,06	---	276,03	---	276,02
100	306,00	306,66	---	306,62	---	306,61

LM-PC-05-F-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



F-27473-002 RO

Pág. 3 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,007	0,003	----	0,007	----

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa		U		
	%	kgf	%			kgf	%	
20	61,20	-0,50	0,13	----	0,016	0,082	0,13	2,13
30	91,80	-0,35	0,29	----	0,011	0,24	0,26	2,65
40	122,40	-0,37	0,12	----	0,008	0,15	0,13	2,10
50	153,00	-0,32	0,12	----	0,007	0,20	0,13	2,11
60	183,60	-0,30	0,06	----	0,005	0,19	0,11	2,02
70	214,20	-0,27	0,05	----	0,005	0,22	0,10	2,02
80	245,80	0,17	0,02	----	0,004	0,24	0,10	2,01
90	275,40	-0,23	0,03	----	0,004	0,27	0,10	2,01
100	306,00	-0,20	0,04	----	0,003	0,31	0,10	2,01

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE ENSAYOS ESPECIALES de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	17,8 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	17,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	72 % HR	Humedad Relativa Mínima:	71 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-1,10015 E00	1,03221 E00	-1,99131 E-04	3,67017 E-07		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00
60,00	60,195	63,231	66,264	69,295	72,324
75,00	75,350	78,375	81,397	84,418	87,437
90,00	90,453	93,468	96,482	99,493	102,50
105,00	105,51	108,52	111,52	114,53	117,53
120,00	120,53	123,53	126,53	129,53	132,53
135,00	135,52	138,52	141,51	144,50	147,50
150,00	150,49	153,48	156,47	159,46	162,45
165,00	165,44	168,43	171,42	174,41	177,40
180,00	180,39	183,37	186,36	189,35	192,34
195,00	195,33	198,32	201,31	204,30	207,29
210,00	210,28	213,27	216,27	219,26	222,25
225,00	225,25	228,24	231,24	234,24	237,23
240,00	240,23	243,23	246,24	249,24	252,24
255,00	255,25	258,26	261,27	264,28	267,29
270,00	270,30	273,32	276,34	279,36	282,38
285,00	285,40	288,43	291,45	294,48	297,52
300,00	300,55				

Tabla 7.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
61,20	61,507	61,409	- 0,10
91,80	92,118	92,263	0,14
122,40	122,86	122,93	0,08
153,00	153,48	153,48	0,00
183,60	184,15	183,97	- 0,17
214,20	214,78	214,47	- 0,31
245,80	245,39	246,04	0,65
275,40	276,02	275,73	- 0,29
306,00	306,61	306,63	0,02

LM-PC-05-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



F-27473-002 R0

Pág. 5 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kgf) a (N) = 9,80665 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 8.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kgf
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S ₂ ' No Aplica ----	S ₃ Ascendente kgf	S ₄ No Aplica ----	
%	kgf						
20	61,200	61,551	61,469	----	61,500	----	61,507
30	91,800	92,264	92,000	----	92,091	----	92,118
40	122,40	122,94	122,79	----	122,83	----	122,86
50	153,00	153,59	153,41	----	153,46	----	153,48
60	183,60	184,20	184,09	----	184,15	----	184,15
70	214,20	214,83	214,73	----	214,77	----	214,78
80	245,80	245,41	245,36	----	245,39	----	245,39
90	275,40	276,06	275,99	----	276,03	----	276,02
100	306,00	306,66	306,55	----	306,62	----	306,61

Tabla 9.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k _{p ≈ 95 %} -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kgf	%	
%	kgf							
20	61,200	-0,50	0,13	----	0,016	0,082	0,13	2,13
30	91,800	-0,35	0,29	----	0,011	0,24	0,26	2,65
40	122,40	-0,37	0,12	----	0,008	0,15	0,13	2,10
50	153,00	-0,32	0,12	----	0,007	0,20	0,13	2,11
60	183,60	-0,30	0,06	----	0,005	0,19	0,11	2,02
70	214,20	-0,27	0,05	----	0,005	0,22	0,10	2,02
80	245,80	0,17	0,02	----	0,004	0,24	0,10	2,01
90	275,40	-0,23	0,03	----	0,004	0,27	0,10	2,01
100	306,00	-0,20	0,04	----	0,003	0,31	0,10	2,01

LM-PC-05-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



F-27473-002 R0

Pág. 6 de 6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,649$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27473-002

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27473-003 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	EQUIPO DE ENSAYO CBR
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PERUTEST // WEIGHT INDICATOR
Modelo <i>Model</i>	102-5000kg // x8
Número de Serie <i>Serial Number</i>	2021962 // XH2108010007
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No indica
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	5102 kgf
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Ciudad <i>City</i>	Lima - Perú
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 10 - 12
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 10 - 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

06

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. William Andrés Molina
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12 E

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

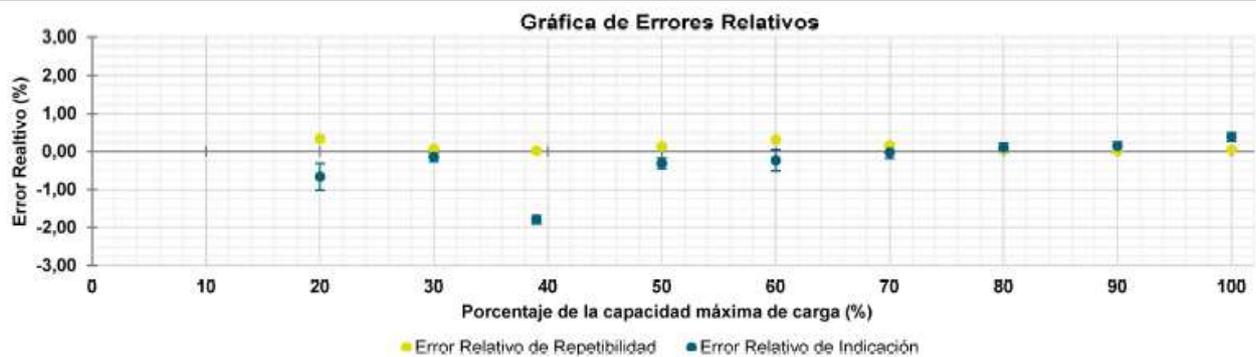
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,002	0,002	----	0,002	----

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	v %		U kgf	%	
	q %	b %	v %					
20	1 020,4	-0,67	0,34	----	0,010	3,6	0,35	2,87
30	1 530,6	-0,15	0,07	----	0,007	1,8	0,12	2,02
39	2 010,8	-1,80	0,02	----	0,005	2,2	0,11	2,01
50	2 551,0	-0,31	0,13	----	0,004	3,6	0,14	2,11
60	3 061,2	-0,23	0,31	----	0,003	8,5	0,28	2,65
70	3 571,4	-0,02	0,16	----	0,003	5,7	0,16	2,18
80	4 081,6	0,10	0,08	----	0,002	5,0	0,12	2,03
90	4 591,8	0,14	0,01	----	0,002	5,1	0,11	2,01
100	5 102,0	0,39	0,05	----	0,002	5,9	0,12	2,02



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 17,2 °C

Temperatura Ambiente Mínima: 17,2 °C

Humedad Relativa Máxima: 76 % HR

Humedad Relativa Mínima: 76 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-3,85719 E01	1,06158 E00	-2,04277 E-05	1,80316 E-09		9,9996 E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0,0	50,0	100,0	150,0	200,0
1 000,0	1 004,4	1 055,7	1 106,8	1 158,0	1 209,0
1 250,0	1 260,0	1 310,9	1 361,8	1 412,5	1 463,3
1 500,0	1 513,9	1 564,5	1 615,0	1 665,5	1 715,9
1 750,0	1 766,3	1 816,6	1 866,9	1 917,1	1 967,2
2 000,0	2 017,3	2 067,4	2 117,4	2 167,3	2 217,2
2 250,0	2 267,1	2 316,9	2 366,7	2 416,5	2 466,2
2 500,0	2 515,9	2 565,5	2 615,1	2 664,7	2 714,3
2 750,0	2 763,8	2 813,3	2 862,7	2 912,2	2 961,6
3 000,0	3 011,0	3 060,4	3 109,7	3 159,1	3 208,4
3 250,0	3 257,7	3 307,0	3 356,3	3 405,5	3 454,8
3 500,0	3 504,0	3 553,3	3 602,5	3 651,7	3 701,0
3 750,0	3 750,2	3 799,4	3 848,6	3 897,8	3 947,1
4 000,0	3 996,3	4 045,5	4 094,8	4 144,0	4 193,3
4 250,0	4 242,6	4 291,9	4 341,2	4 390,5	4 439,8
4 500,0	4 489,2	4 538,6	4 588,0	4 637,4	4 686,8
4 750,0	4 736,3	4 785,8	4 835,3	4 884,8	4 934,4
5 000,0	4 984,0				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
1 020,4	1 027,2	1 025,3	- 1,9
1 530,6	1 532,8	1 544,9	12,1
2 010,8	2 047,6	2 028,1	- 19,4
2 551,0	2 559,0	2 566,5	7,5
3 061,2	3 068,4	3 071,4	3,1
3 571,4	3 572,2	3 574,3	2,1
4 081,6	4 077,6	4 076,7	- 0,9
4 591,8	4 585,4	4 579,9	- 5,5
5 102,0	5 082,3	5 085,3	3,0

LM-PC-05-F-01 R12.6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,80665, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1, 2 y 3} kgf
	S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S ₂ ' No Aplica ----	S ₃ Ascendente kgf	S ₄ No Aplica ----		
20	1 020,4	1 028,5	1 025,0	1 028,3	----	1 027,2	
30	1 530,6	1 532,2	1 533,0	1 533,2	----	1 532,8	
39	2 010,8	2 047,8	2 047,6	2 047,4	----	2 047,6	
50	2 551,0	2 560,9	2 557,5	2 558,7	----	2 559,0	
60	3 061,2	3 068,2	3 063,6	3 073,2	----	3 068,4	
70	3 571,4	3 575,5	3 569,8	3 571,2	----	3 572,2	
80	4 081,6	4 079,5	4 076,4	4 076,8	----	4 077,6	
90	4 591,8	4 585,5	4 585,5	4 585,1	----	4 585,4	
100	5 102,0	5 080,8	5 083,3	5 082,9	----	5 082,3	

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k _{p ≈ 95%} ----
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	kgf		%		
20	1 020,4	-0,67	0,34	----	0,010	3,6	0,35	2,87
30	1 530,6	-0,15	0,07	----	0,007	1,8	0,12	2,02
39	2 010,8	-1,80	0,02	----	0,005	2,2	0,11	2,01
50	2 551,0	-0,31	0,13	----	0,004	3,6	0,14	2,11
60	3 061,2	-0,23	0,31	----	0,003	8,5	0,28	2,65
70	3 571,4	-0,02	0,16	----	0,003	5,7	0,16	2,18
80	4 081,6	0,10	0,08	----	0,002	5,0	0,12	2,03
90	4 591,8	0,14	0,01	----	0,002	5,1	0,11	2,01
100	5 102,0	0,39	0,05	----	0,002	5,9	0,12	2,02

LM-PC-06-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



F-27473-003 RO

Pág. 6 de 6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,869$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN.
Modelo	U9B.
Clase	0,5.
Número de Serie	017423.
Certificado de Calibración	5186 del INM.
Próxima Calibración	2023-06-30.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27473-003

Fin del Certificado

LM-PC-06-F-01 R12.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
 Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

2. EQUIPO

: HORNO
 Marca : PERUTEST
 Modelo : PT-H76
 Número de Serie : 0137
 Identificación : T0045(*)
 Procedencia : NO INDICA
 Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE
 Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C
 110 °C ± 5 °C
 180 °C ± 5 °C

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE CONCRETO

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

6. RESULTADOS

Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 62 °C, 110 °C, 180 °C
 Posición de la Ventilación : UNICA
 Presión de Vacío : NO APLICA
 Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 60% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.

José Luis Panta Abad
 Lic. Ciencias Físicas
 CFP: 0395



Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 1 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:01:00	60,0	57,2	59,1	57,5	58,0	60,1	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,5	3,2
0:02:00	60,0	57,1	59,0	57,6	58,1	60,2	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,5	3,5
0:03:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,6	58,0	58,6	57,2	58,4	3,5
0:04:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,1	60,2	58,1	60,5	58,1	58,7	57,4	58,5	3,4
0:05:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,4	3,5
0:06:00	59,9	57,2	59,2	57,4	57,9	59,6	58,0	60,6	58,0	58,7	57,2	58,4	3,4
0:07:00	60,0	57,1	59,3	57,5	58,1	60,1	58,2	60,6	58,1	58,8	57,4	58,5	3,5
0:08:00	60,0	57,0	59,2	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,5
0:09:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,4	3,4
0:10:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:11:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:12:00	59,9	57,1	59,4	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:13:00	60,0	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,4
0:14:00	59,9	57,1	59,1	57,3	57,9	59,6	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,3	3,3
0:15:00	59,9	57,0	59,0	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,8	58,8	57,3	58,3	3,4
0:16:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,3
0:17:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:18:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,8	58,7	57,2	58,4	3,4
0:19:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,0	57,8	60,3	57,8	58,6	57,3	58,3	3,3
0:20:00	60,0	57,0	59,1	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,3	3,4
0:21:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:22:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,0	58,0	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:23:00	59,9	57,1	59,3	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,6	57,3	58,4	3,3
0:24:00	60,0	57,0	59,0	57,5	58,0	59,7	58,1	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:25:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,4
0:26:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,6
0:27:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,1	58,8	57,5	58,4	3,5
0:28:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,5	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:29:00	60,0	57,1	59,3	57,4	58,0	59,7	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:30:00	60,1	57,0	59,1	57,5	58,0	60,4	58,0	60,5	58,0	58,8	57,5	58,5	3,5
0:31:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,9	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,4	3,4
0:32:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,5	3,3
0:33:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,4	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,5	3,3
0:34:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,2	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:35:00	60,1	57,0	59,0	57,3	57,9	60,3	57,8	60,2	57,7	58,7	57,3	58,3	3,3
0:36:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,1	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:37:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,0	60,0	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,4	3,3
0:38:00	60,1	57,1	59,0	57,4	57,9	59,9	58,0	60,5	57,9	58,6	57,2	58,4	3,4
0:39:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,3	58,0	60,4	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:40:00	60,1	57,1	59,3	57,5	58,0	60,1	58,0	60,5	58,1	58,7	57,3	58,5	3,4
0:41:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	59,9	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:42:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,0	59,3	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:43:00	60,1	57,2	59,2	57,4	58,0	59,4	58,1	60,5	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:44:00	60,0	57,2	59,1	57,4	58,0	59,4	58,1	60,6	58,1	58,7	57,3	58,4	3,4
0:45:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:46:00	60,1	57,1	59,0	57,4	58,0	60,0	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:47:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:48:00	60,1	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,0	60,5	57,9	58,8	57,4	58,4	3,5
0:49:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,2
0:50:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,8	57,9	60,4	58,0	58,8	57,4	58,4	3,3
0:51:00	60,0	57,1	59,2	57,4	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3

Continúa en la siguiente página



Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
 Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} - T _{mín} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:32:00	60,0	57,0	58,9	57,3	57,8	59,6	57,9	60,3	57,7	58,8	57,4	58,3	3,3
0:33:00	60,0	57,0	59,0	57,3	57,8	59,6	57,9	60,2	57,7	58,7	57,4	58,3	3,2
0:34:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,1	57,9	60,3	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3
0:35:00	60,0	57,0	59,2	57,4	57,9	60,0	57,9	60,3	57,9	58,6	57,2	58,4	3,3
0:36:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,4	57,9	60,4	57,9	58,7	57,3	58,3	3,3
0:37:00	60,1	57,0	59,2	57,4	57,9	59,5	57,9	60,4	57,9	58,6	57,2	58,3	3,4
0:38:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:39:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,5	3,4
1:00:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,1	60,5	58,0	58,7	57,2	58,4	3,5
1:01:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	58,0	60,4	58,0	58,7	57,3	58,4	3,3
1:02:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,1	60,3	58,1	60,5	58,1	58,8	57,4	58,5	3,3
T.PROM	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	
T.MÁX	60,1	57,2	59,4	57,8	58,1	60,4	58,2	60,8	58,1	58,8	57,5		
T.MÍN	59,9	56,9	58,9	57,3	57,8	59,3	57,8	60,2	57,7	58,8	57,2		
DTT	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	60,6	0,54
Temperatura Mínima Medida	56,9	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,3	0,8
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	3,6	0,8

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos. T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX : Temperatura máxima. T_{prom} : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN : 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 temperaturas registradas en dicha posición.

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

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

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



Fecha: Ene/18
 Versión 03

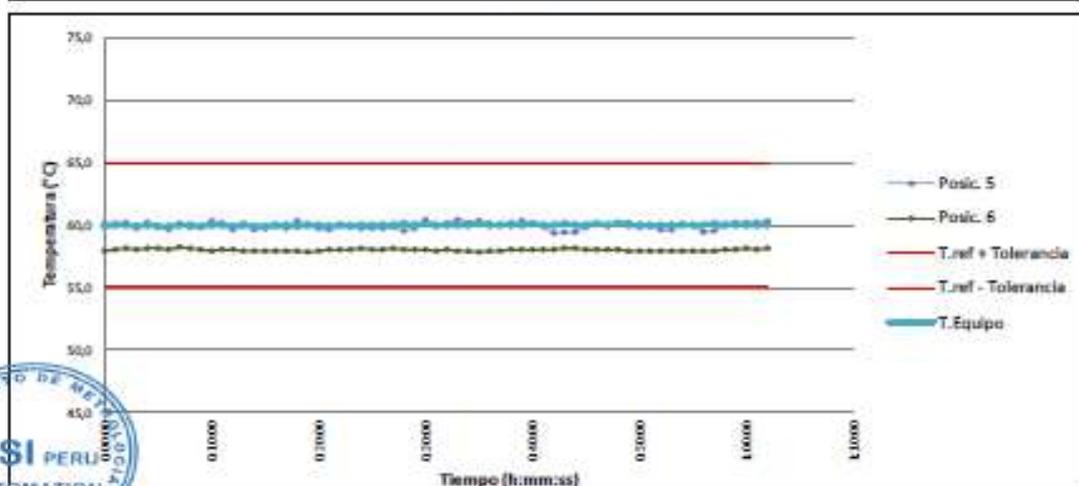
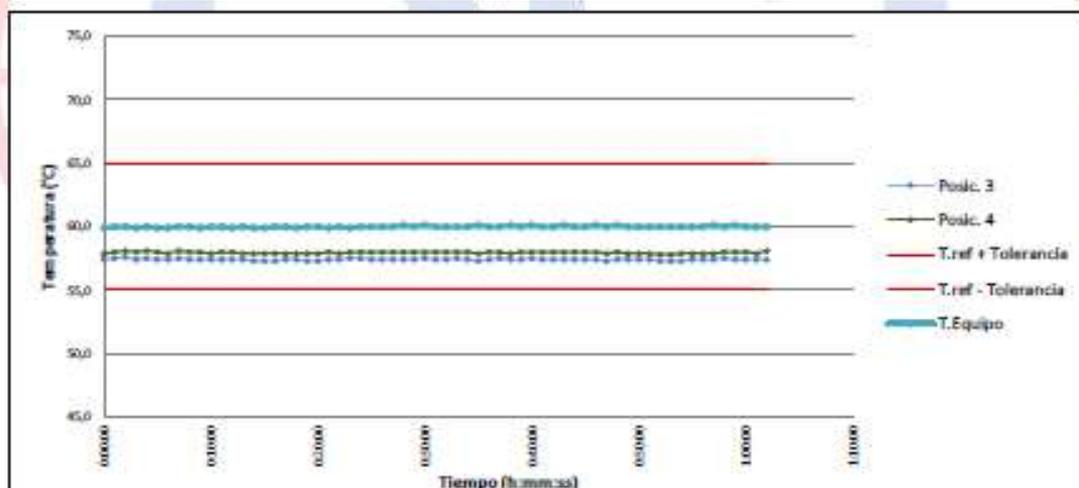
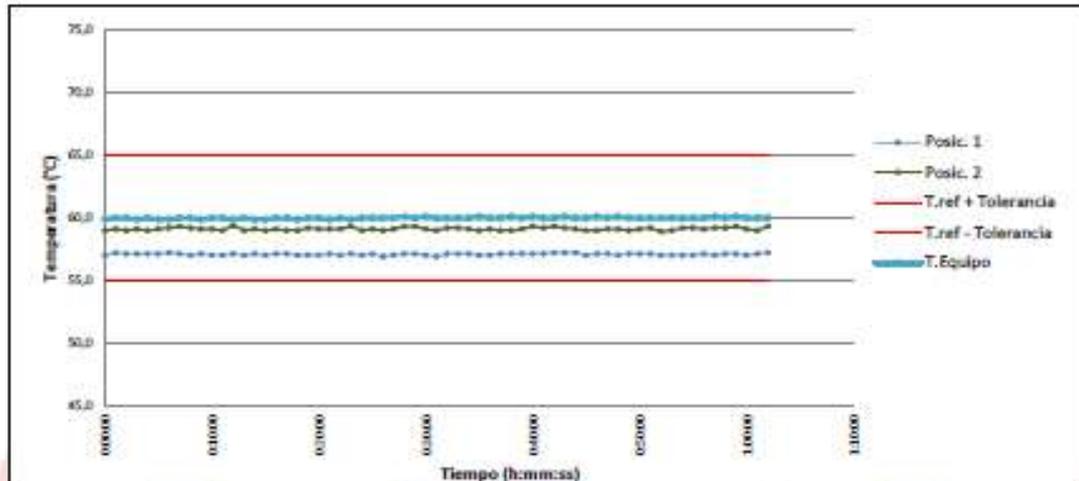
Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
 Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 3 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Fecha: Ene/18
 Versión 03

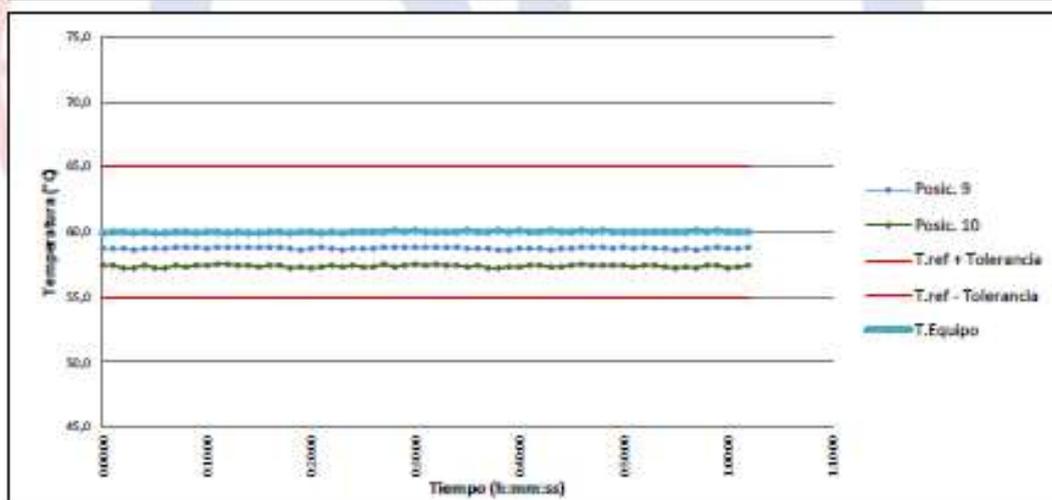
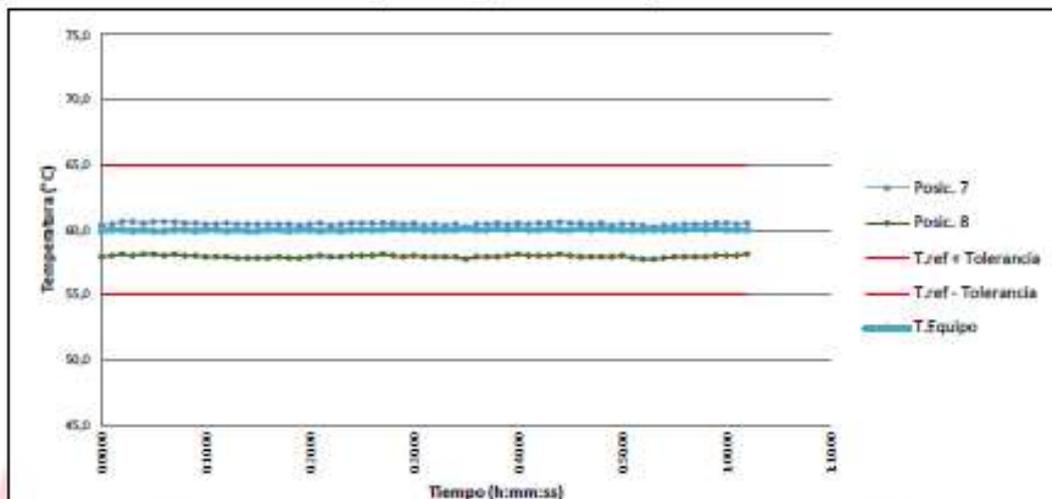
Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C

Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max-Tmin} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,9
0:01:00	109,8	105,1	87,1	99,4	92,9	99,1	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	18,0
0:02:00	109,8	105,0	87,0	99,5	93,0	99,2	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	18,0
0:03:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,6	96,9	96,6	101,2	97,7	17,9
0:04:00	109,9	105,0	87,0	99,4	93,0	99,2	100,0	99,5	97,0	96,7	101,4	97,8	18,0
0:05:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	17,9
0:06:00	109,9	105,1	87,2	99,3	92,8	98,6	99,9	99,6	96,9	96,7	101,2	97,7	17,9
0:07:00	109,8	105,0	87,3	99,4	93,0	99,1	100,1	99,6	97,0	96,8	101,4	97,9	17,7
0:08:00	109,8	104,9	87,2	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	96,9	96,8	101,3	97,8	17,7
0:09:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,8	101,4	97,8	17,9
0:10:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:11:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,9
0:12:00	109,8	105,0	87,4	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	17,6
0:13:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:14:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,6	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:15:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,7	96,8	101,3	97,7	17,9
0:16:00	109,8	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:17:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	18,0
0:18:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,7	96,7	101,2	97,7	17,9
0:19:00	109,9	104,9	87,2	99,2	92,8	99,0	99,7	99,3	96,7	96,6	101,3	97,7	17,7
0:20:00	109,8	104,9	87,1	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	17,8
0:21:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,9
0:22:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,0	99,9	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:23:00	109,9	105,0	87,3	99,4	92,9	99,0	99,9	99,4	96,8	96,6	101,3	97,8	17,7
0:24:00	109,8	104,9	87,0	99,4	92,9	98,7	100,0	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:25:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,9
0:26:00	109,9	104,8	87,0	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,8
0:27:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	97,0	96,8	101,5	97,8	17,8
0:28:00	109,9	105,0	87,3	99,3	92,9	98,5	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,7
0:29:00	109,8	105,0	87,3	99,3	92,9	98,7	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,7
0:30:00	109,8	104,9	87,1	99,4	92,9	99,4	99,9	99,5	96,9	96,8	101,5	97,8	17,8
0:31:00	109,8	104,8	87,0	99,3	92,9	98,9	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,7	17,8
0:32:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,8
0:33:00	109,8	105,0	87,2	99,4	92,9	99,4	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:34:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,2	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,8	17,9
0:35:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	99,3	99,7	99,2	96,6	96,7	101,3	97,7	17,9
0:36:00	109,9	104,9	87,1	99,3	92,9	99,1	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:37:00	109,8	105,0	87,0	99,4	92,9	99,0	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	18,0
0:38:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,9	99,9	99,5	96,8	96,6	101,2	97,7	18,0
0:39:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,3	99,9	99,4	96,9	96,6	101,3	97,8	17,9
0:40:00	109,8	105,0	87,3	99,4	92,9	99,1	99,9	99,5	97,0	96,7	101,3	97,8	17,7
0:41:00	109,9	105,0	87,2	99,3	92,9	98,9	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	17,8
0:42:00	109,8	105,1	87,3	99,3	92,9	98,3	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,8
0:43:00	109,8	105,1	87,2	99,3	92,9	98,4	100,0	99,5	96,9	96,6	101,3	97,7	17,9
0:44:00	109,8	105,1	87,1	99,3	92,9	98,4	100,0	99,6	97,0	96,7	101,3	97,7	18,0
0:45:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:46:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,9	99,0	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	18,0
0:47:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,9
0:48:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	99,2	99,9	99,5	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:49:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	99,2	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	18,0
0:50:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,8	98,8	99,8	99,4	96,9	96,8	101,4	97,7	17,9
0:51:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,7	101,3	97,7	17,8

Continúa en la siguiente página



Fecha: Ene/18

Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 6 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max-Tmin} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:32:00	109,8	104,9	86,9	99,2	92,7	98,6	99,8	99,3	96,6	96,8	101,4	97,6	18,0
0:33:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,7	98,6	99,8	99,2	96,6	96,7	101,4	97,6	17,9
0:34:00	109,8	104,9	87,2	99,2	92,8	99,1	99,8	99,3	96,7	96,7	101,3	97,7	17,7
0:35:00	109,9	104,9	87,2	99,3	92,8	99,0	99,8	99,3	96,8	96,6	101,2	97,7	17,7
0:36:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,8	98,4	99,8	99,4	96,8	96,7	101,3	97,7	17,9
0:37:00	109,8	104,9	87,2	99,3	92,8	98,5	99,8	99,4	96,8	96,6	101,2	97,6	17,7
0:38:00	109,8	105,0	87,2	99,4	92,9	99,0	99,9	99,4	96,8	96,7	101,4	97,8	17,8
0:39:00	109,9	105,0	87,3	99,3	92,9	98,9	99,9	99,5	96,9	96,8	101,4	97,8	17,7
1:00:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	99,2	100,0	99,5	96,9	96,7	101,2	97,8	17,8
1:01:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	99,2	99,9	99,4	96,9	96,7	101,3	97,7	18,0
1:02:00	109,9	105,1	87,3	99,3	93,0	99,3	100,0	99,5	97,0	96,8	101,4	97,9	17,8
T.PROM	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,9	99,9	99,4	96,9	96,7	101,3	97,7	
T.MAX	109,9	105,1	87,4	99,5	93,0	99,4	100,1	99,6	97,0	96,8	101,5		
T.MIN	109,8	104,8	86,9	99,2	92,7	98,3	99,7	99,2	96,6	96,6	101,2		
DTT	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	105,1	0,61
Temperatura Mínima Medida	86,9	0,71
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	17,9	0,9
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	18,0	0,9

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos. T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX : Temperatura máxima. T_{prom} : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN : 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 temperaturas registradas en dicha posición.

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

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

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

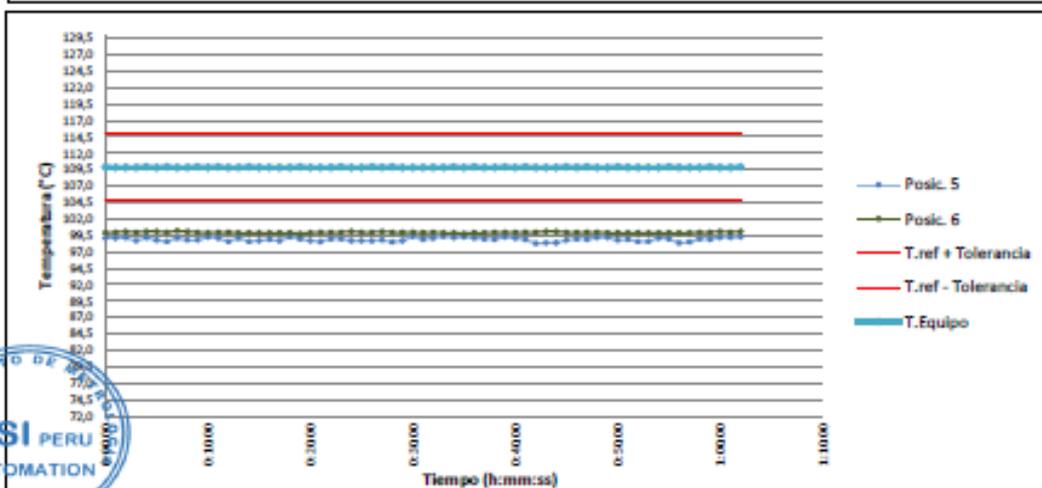
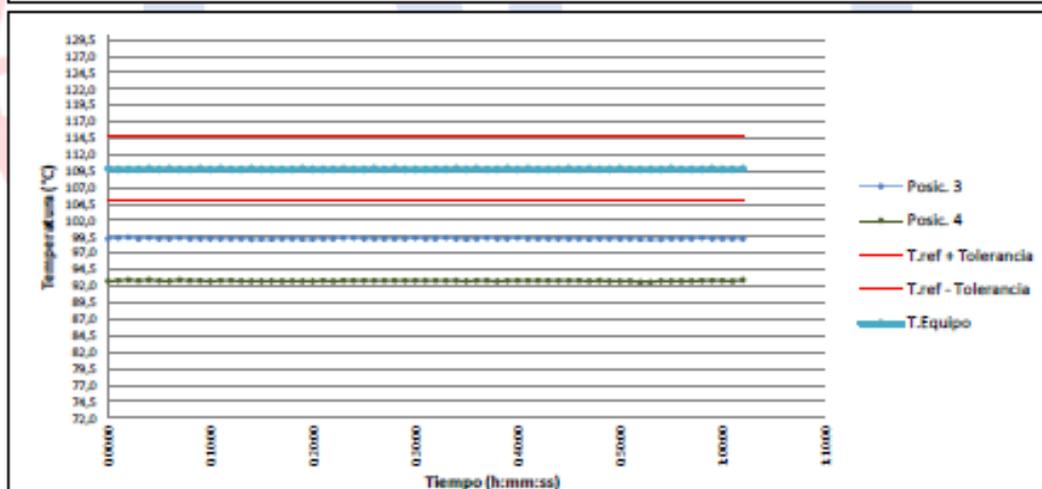
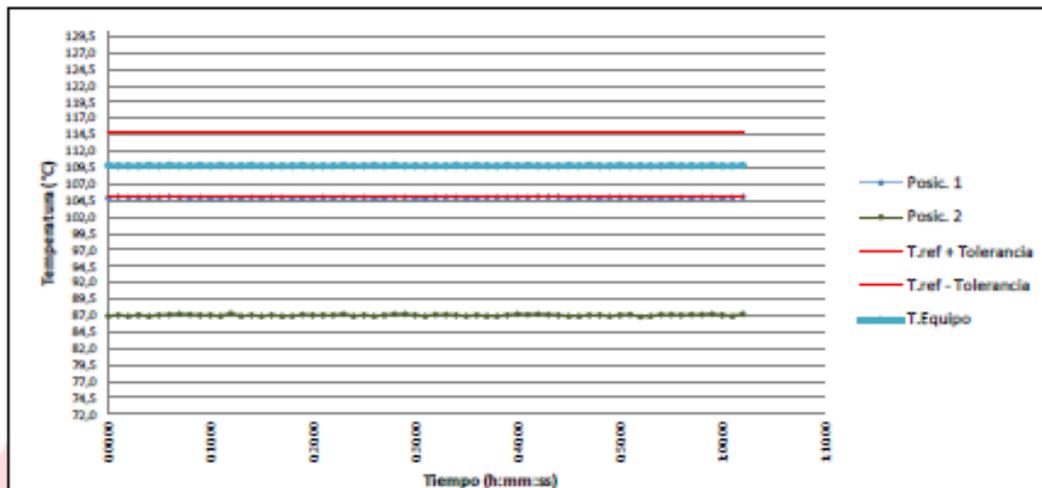
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 7 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Fecha: Ene/18
 Versión 03

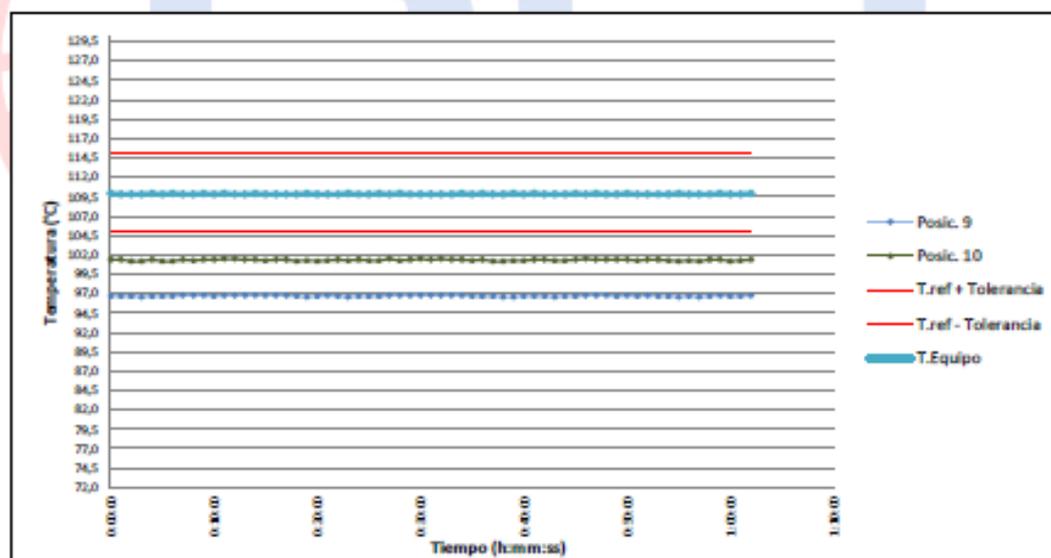
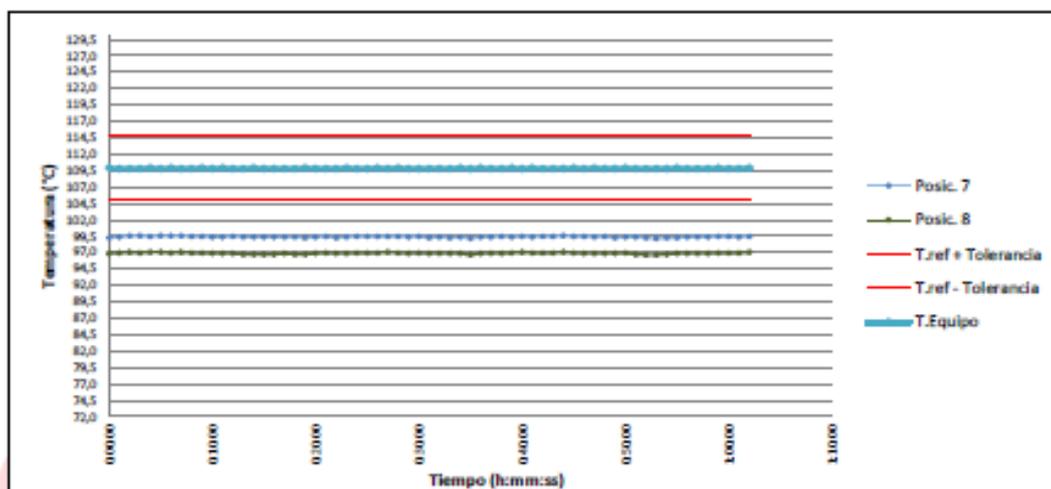
Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Fecha: Ene/18
Versión 03

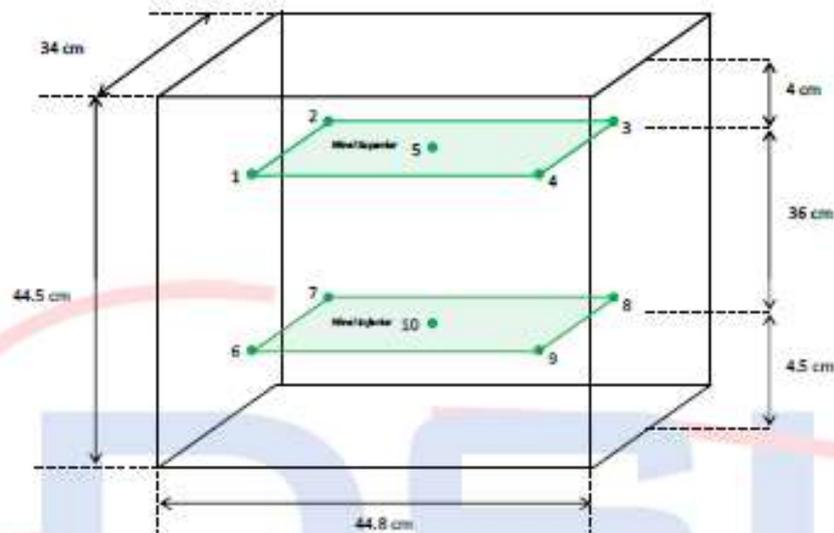
Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 9 de 15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



Las posiciones del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5 cm de las caras laterales y 5 cm del fondo y frente del medio isoterma.

Las posiciones 5 y 10 se ubicaron al centro de sus respectivos niveles.

Imagen del medio isoterma



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 14 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Primer punto de calibración:

El medio isotermo cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Segundo punto de calibración:

El medio isotermo no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Tercer punto de calibración:

El medio isotermo no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

B. OBSERVACIONES

Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

() Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L*

Fin del Documento



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 15 de 15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-009-2022

Peticionario : INGEOCONTROL S.A.C R.U.C. : 20602979190

Atención : INGEOCONTROL S.A.C

Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento automático

Marca : ELECTRONIC BALANCE

Número de serie : 201224058 Tipo : Digital

Clase : II Procedencia : China

Código : No Indica Modelo : WT150001XEJ

Capacidad máxima : 15000 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.1 °C / 70%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 17.9 °C / 69%

Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificado de calibración N° M-0296-2021.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2022-07-18
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de MASTERLEM SAC
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello

Fecha

Revisado por



2022-07-19


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. de CIP N° 84286

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	18.1	17.9		70	69

Medición N°	Carga L1 = 7500 g			Carga L2 = 15000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
2	7500.1	0.05	0.1	15000.0	0.05	0.0
3	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
4	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
5	7500.0	0.05	0.0	15000.1	0.05	0.1
6	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
7	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
8	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0
9	7500.0	0.05	0.0	15000.1	0.05	0.1
10	7500.0	0.05	0.0	15000.0	0.05	0.0

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td></td></tr> </table>	2	1	3	5	4		Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3											
5	4												
		18.1	17.9	70	69								

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.1	0.1	0.05	0.1	5000.0	5000.0	0.05	0.05	0.00
2	0.1	0.1	0.05	0.1	5000.0	5000.0	0.05	0.05	0.00
3	0.1	0.1	0.05	0.1	5000.0	5000.0	0.05	0.05	0.00
4	0.1	0.1	0.05	0.1	5000.0	5000.0	0.05	0.05	0.00
5	0.1	0.1	0.05	0.1	5000.0	5000.0	0.05	0.05	0.00

* valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	18.1	17.9		70	69

Carga	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.*
	L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
0.1	0.1	0.04	0.06	(*)					
50.0	50.0	0.04	0.06	0.00	50.0	0.04	0.01	-0.05	0.1
200.0	200.0	0.04	0.06	0.00	200.0	0.04	0.01	-0.05	0.1
400.0	400.0	0.04	0.06	0.00	400.0	0.04	0.01	-0.05	0.1
800.0	800.0	0.04	0.06	0.00	800.0	0.04	0.01	-0.05	0.1
1000.0	1000.0	0.04	0.06	0.00	1000.0	0.05	0.00	-0.06	0.2
3000.0	3000.0	0.04	0.06	0.00	3000.0	0.05	0.00	-0.06	0.2
6000.0	6000.1	0.04	0.16	0.10	6000.0	0.05	0.00	-0.06	0.2
8000.0	8000.0	0.04	0.06	0.00	8000.1	0.05	0.10	0.04	0.3
10000.0	10000.0	0.04	0.06	0.00	10000.0	0.06	-0.01	-0.07	0.3
12000.0	12000.0	0.04	0.06	0.00	12000.0	0.07	-0.02	-0.08	0.3
15000.0	15000.0	0.04	0.06	0.00	15000.0	0.07	-0.02	-0.08	0.3

(*) Carga para determinar Eo
E.M.P.* = Error máximo permisible

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0.00016g + (0.000024)l$
------------------------------	------------------------------

l = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

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 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-018-2022**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC

Atención : INGEOCONTROL SAC

Lugar de calibración : Mz. A lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa - San Martín de Porras - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : No indica Tipo : Electrónica

Código de identificación : LS-07 Procedencia : China

Modelo : No indica

Capacidad máxima : 30000 g

División de escala (d) : 1 g

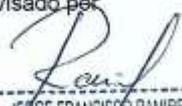
División de verificación (e) : 10 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas clase F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración M-0306-2021, 02 pesas clase F1 de 2 kg con certificados de calibración M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa clase F1 de 1 Kg con certificado de calibración M-0292-2021, 02 pesas clase F1 de 200 mg con certificados de calibración M-0303-2021, M-0304-2021, 01 pesa clase F1 de 100 mg con certificado de calibración M-0302-2021, 01 pesa clase F1 de 500 mg con certificado de calibración M-0305-2021, 01 pesa clase F1 de 5 kg con certificado de calibración M-0295-2021 y 02 pesas clase F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021, M-0297-2021. Con trazabilidad METROIL.

Fecha de calibración : 2022-05-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-16	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84288

RESULTADOS DE MEDICIÓN
INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	19,9	19,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	71	71

Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
2	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
3	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
4	15000	0,6	4,4	30001	0,7	5,3
5	15000	0,6	4,4	30001	0,7	5,3
6	15000	0,6	4,4	30000	0,8	4,2
7	15001	0,6	5,4	30000	0,8	4,2
8	15000	0,7	4,3	30001	0,8	5,2
9	15000	0,7	4,3	30001	0,8	5,2
10	15001	0,6	5,4	30000	0,7	4,3

$$E = l + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final
	19,9	19,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	71	71

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
2	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
3	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
4	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
5	10	10	0,5	4,5	10000	10001	0,7	5,3	0,8

* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	19,9	19,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	71	71

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,5	4,5	(*)					
200	200	0,5	4,5	0,0	200	0,5	4,5	0,0	10
500	500	0,5	4,5	0,0	500	0,5	4,5	0,0	10
1000	1000	0,6	4,4	-0,1	1000	0,6	4,4	-0,1	10
2000	2000	0,6	4,4	-0,1	2000	0,6	4,4	-0,1	10
5000	5000	0,6	4,4	-0,1	5000	0,6	4,4	-0,1	10
10000	10000	0,6	4,4	-0,1	10000	0,6	4,4	-0,1	20
15000	15000	0,7	4,3	-0,2	15000	0,7	4,3	-0,2	20
20000	20000	0,7	4,3	-0,2	20000	0,7	4,3	-0,2	20
25000	25000	0,7	4,3	-0,2	25001	0,7	5,3	0,8	30
30000	30000	0,7	4,3	-0,2	30000	0,7	4,3	-0,2	30

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,002 + (0,0000036)I$
-------------------------------------	----------------------------

 I = Indicación de la balanza
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza
 Ec = Error corregido

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

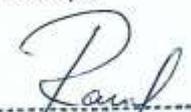
El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-020-2022

Peticionario : INGEOCONTROL SAC
Atención : INGEOCONTROL SAC
Lugar de calibración : Mz. A lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa - San Martín de Porras - Lima.
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático
Marca : Electronic Balance **Clase** : III
Número de serie : 150921008 **Tipo** : Electrónica
Código de identificación : LS-09 **Procedencia** : China
Modelo : WT6002G
Capacidad máxima : 600 g
División de escala (d) : 0,01 g
División de verificación (e) : 0,1 g
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición
Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas clase F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas clase F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa clase F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa clase F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa clase F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas clase F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021, M-0304-2021 y 01 pesa clase F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.
Fecha de calibración : 2022-05-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-16	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL <small>Reg. del CIP N° 84236</small>

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	20,0	20,0

H. R. (%)	Inicial	Final
	72	72

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,00	0,005	0,045	600,02	0,007	0,063
2	300,00	0,005	0,045	600,02	0,007	0,063
3	300,00	0,005	0,045	600,02	0,007	0,063
4	300,00	0,005	0,045	600,02	0,007	0,063
5	300,00	0,005	0,045	600,02	0,007	0,063
6	299,99	0,005	0,035	600,02	0,007	0,063
7	299,99	0,005	0,035	600,02	0,007	0,063
8	299,99	0,005	0,035	600,02	0,007	0,063
9	299,99	0,005	0,035	600,02	0,007	0,063
10	299,99	0,005	0,035	600,02	0,007	0,063

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

3	1	4
2		5

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	20,0	20,0		72	72

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,003	0,047	200,00	200,00	0,005	0,045	-0,002
2	0,10	0,10	0,003	0,047	200,00	200,00	0,005	0,045	-0,002
3	0,10	0,10	0,003	0,047	200,00	200,00	0,005	0,045	-0,002
4	0,10	0,10	0,003	0,047	200,00	199,99	0,005	0,035	-0,012
5	0,10	0,10	0,003	0,047	200,00	199,99	0,005	0,035	-0,012

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	19,9	20,0

H. R. (%)	Inicial	Final
	72	72

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	0,003	0,047	(*)					
10,00	10,00	0,004	0,046	-0,001	10,00	0,004	0,046	-0,001	0,10
20,00	20,00	0,004	0,046	-0,001	20,00	0,004	0,046	-0,001	0,10
50,00	50,00	0,004	0,046	-0,001	50,00	0,004	0,046	-0,001	0,10
100,00	100,00	0,004	0,046	-0,001	100,00	0,004	0,046	-0,001	0,20
150,00	150,00	0,005	0,045	-0,002	150,00	0,005	0,045	-0,002	0,20
200,00	200,01	0,005	0,055	0,008	200,00	0,005	0,045	-0,002	0,20
300,00	300,00	0,005	0,045	-0,002	300,00	0,005	0,045	-0,002	0,30
400,00	400,01	0,006	0,054	0,007	400,00	0,006	0,044	-0,003	0,30
500,00	500,02	0,006	0,064	0,017	500,02	0,006	0,064	0,017	0,30
600,00	600,02	0,007	0,063	0,016	600,02	0,007	0,063	0,016	0,30

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0013g + (0,0000051)I$
------------------------------	------------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



PANEL FOTOGRÁFICO 1



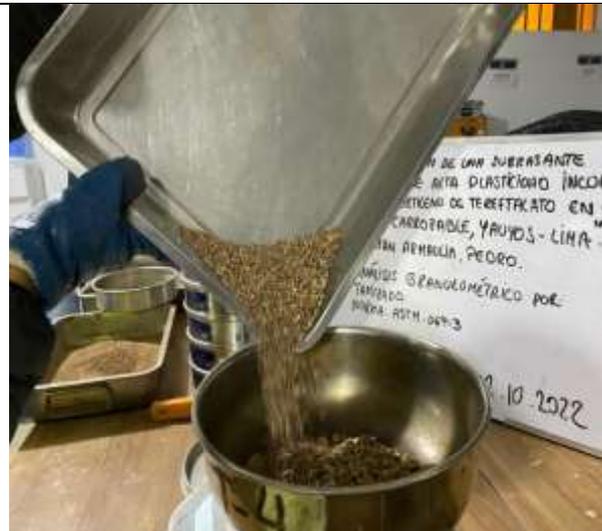
Tamizado de material



Ensayo de límite plástico



Secado de material por 24 horas



Tamizado de material



Peso de material para clasificación



Peso de material para clasificación

PANEL FOTOGRÁFICO 2



Parte de las muestras para ensayo C-1



Ensayo de límite líquido



Peso para límites de consistencia



Lavado de material para clasificación



Parte de las muestras para ensayo C-2



Lavado de material y eliminación de finos

PANEL FOTOGRÁFICO 3



Proporción de material para Proctor



Ensayo de compactación con pisón



Ensayo de CBR, material compactado



Ensayo de CBR, material compactado



Saturación de moldes de CBR



Suelo después de su saturación

PANEL FOTOGRÁFICO 4



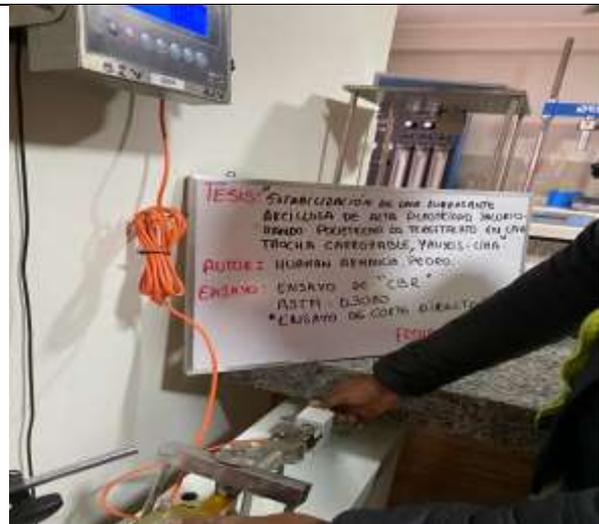
Secado de material compactado



Ensayo de corte directo



Ensayo de corte directo



Ensayo de corte directo



Adición de 3% cerdas de fibra



Adición de 3% cerdas de fibra

PANEL FOTOGRÁFICO 5



Adición de 3% cerdas de fibra



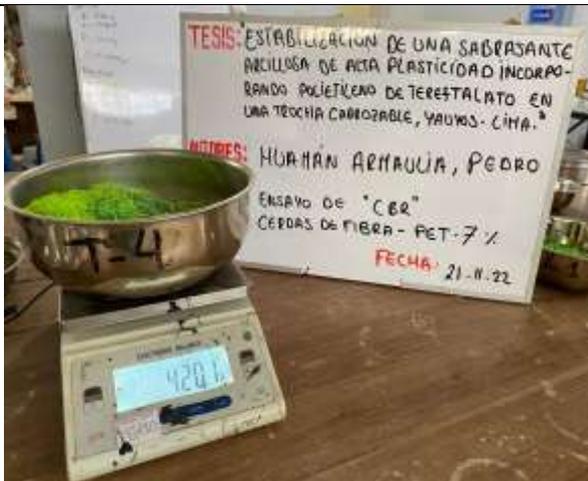
Adición de 3% cerdas de fibra



Adición de 5% cerdas de fibra



Adición de 5% cerdas de fibra



Adición de 7% cerdas de fibra



Adición de 7% cerdas de fibra

PANEL FOTOGRÁFICO 6



Compactación de suelo para CBR



Ensayo de límites de consistencia



Ensayo de límites de consistencia



Ensayo de límites de consistencia



Adición de 3%, 5% y 7% de Fibra.



Preparación de muestra para corte.

PANEL FOTOGRÁFICO 7



Ensayo de corte directo



Ensayo de corte directo



Ensayo de corte directo



Peso con 3% de cerdas de fibra



Peso con 5% de cerdas de fibra



Peso con 7% de cerdas de fibra



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de una subrasante arcillosa de alta plasticidad incorporando Polietileno de Tereftalato en una trocha carrozable, Yauyos – Lima.", cuyo autor es HUAMAN ARMAULIA PEDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363	Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 06-12-2022 09:18:55

Código documento Trilce: TRI - 0471094