



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal, Llalli - Puno 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Chalco Zarate, Eder Percy (ORCID: 0000-0002-5102-6329)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado sabiduría y salud para lograr mis objetivos. A mi mamá y papá quienes amaré y respetaré por siempre, por su ejemplo de humildad, esfuerzo, y trabajo constante para vivir con honradez. A mi pareja, por el apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas. A mi preciosa hija que es el motor y motivo que me impulsa a alcanzar mis objetivos y ser un gran ejemplo para ella y a mis hermanas a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Agradecimiento

A mi familia que es lo más valorado que tengo en mi vida, también a la Universidad Privada Cesar Vallejo, por todos los conocimientos adquiridos

Al Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio, un profesional de gran vocación de servicio y enseñanza, que ha sido mi guía y orientador en cada paso del trabajo de investigación, resolviendo mis dudas y marcando la dirección a seguir para obtener resultados de calidad en el proyecto de investigación.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	17
3.2. Variables y Operacionalización.....	18
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	19
3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	20
3.5. Procedimiento.....	22
3.6. Análisis de datos de los resultados de investigación.....	74
3.7. Aspectos Éticos.....	74
IV. RESULTADOS.....	75
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES.....	83
VII. RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS.....	92

Índice de tablas

Tabla 1.	Correlación de Tipos de Suelos AASHTO – SUCS.....	11
Tabla 2.	Aportes de los autores Propiedades Físicas y Mecánicas	11
Tabla 3.	Resumen de aportes de los diferentes autores estudiados sobre ensayos.....	13
Tabla 4.	Numero de Muestras	19
Tabla 5.	Ensayos en Laboratorio según el MTC	25
Tabla 6.	Resultados del ensayo de granulometría calicata: C-1	28
Tabla 7.	Resultados del ensayo de granulometría calicata: C-2	29
Tabla 8.	Dosificaciones de los Ensayos de Limite Liquido de la Muestra 1	30
Tabla 9.	Dosificaciones de los Ensayos de Limite Liquido de la Muestra 2	30
Tabla 10.	Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento... 34	
Tabla 11.	Limite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento... 34	
Tabla 12.	Promedio del Limite Líquido con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento 35	
Tabla 13.	Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento. 35	
Tabla 14.	Limite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento. 35	
Tabla 15.	Promedio del límite liquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento... 36	
Tabla 16.	Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento. 36	
Tabla 17.	Limite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento. 37	
Tabla 18.	Promedio del límite liquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento ... 37	
Tabla 19.	Dosificaciones de los Ensayos Limite Plástico Muestra 1.....	38
Tabla 20.	Dosificaciones de los Ensayos Limite Plástico Muestra 2.....	38
Tabla 21.	Limite plástico de la Muestra N°1 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento. 40	
Tabla 22.	Limite Plástico de la Muestra N°2 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de Cemento. 40	
Tabla 23.	Promedio del límite plástico con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento..... 41	
Tabla 24.	Resultado de índice de plasticidad Promedio Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento 41	
Tabla 25.	Limite plástico de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento. 41	
Tabla 26.	Limite plástico de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.42	
Tabla 27.	Promedio del límite plástico con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.. 42	

Tabla 28.	Resultado de índice de plasticidad Promedio Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento	42
Tabla 29.	Resultado de índice de Limite Plastico de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.	43
Tabla 30.	Resultado de índice de Limite Plastico de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.	43
Tabla 31.	Promedio Limite Plástico	44
Tabla 32.	Resultado de Índice de Plasticidad Promedio Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de Cemento	44
Tabla 33.	Dosificaciones del Ensayo de Proctor Modificado muestra 1	44
Tabla 34.	Dosificaciones del Ensayo de Proctor Modificado muestra 2	44
Tabla 35.	Ensayo de Proctor de la Muestra N°1 Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado.	47
Tabla 36.	Ensayo de Proctor de la Muestra N°2 Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado	48
Tabla 37.	Promedio del Proctor Modificado con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento	49
Tabla 38.	Proctor Modificado de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557)	49
Tabla 39.		49
Tabla 40.	Proctor Modificado de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado	50
Tabla 41.	Promedio Máxima Densidad Seca con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento	51
Tabla 42.	Proctor Modificado de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado.	52
Tabla 43.	Proctor Modificado de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado.	53
Tabla 44.	Promedio Máxima Densidad Seca con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento	54
Tabla 45.	Dosificaciones del ensayo de CBR. Muestra 1	55
Tabla 46.	Dosificaciones del ensayo de CBR. Muestra 2	55
Tabla 47.	CBR de la Muestra N°1 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	60
	Fuente. Elaboración propia en laboratorio	60
Tabla 48.	C.B.R. de la Muestra N°2 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento	61
Tabla 49.	Promedio de CBR con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento	62
Tabla 50.	C.B.R de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento	62
Tabla 51.	C.B.R.de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento	63
Tabla 52.	Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento	64

Tabla 53.	C.B.R de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.....	65
Tabla 54.	C.B.R de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de Cemento	66
Tabla 55.	Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.....	67
Tabla 56.	Compresión Simple de la muestra 1	67
Tabla 57.	Compresión Simple de la muestra 2	67
Tabla 58.	Resistencia a la compresión Simple de la muestra N°1 con Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0 % de cemento.....	70
Tabla 59.	Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento	71
Tabla 60.	Resistencia a la compresión Simple de la muestra N°1 con Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1 % de cemento	71
Tabla 61.	Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento	72
Tabla 62.	Resistencia a la compresión Simple	73
Tabla 63.	Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento	73
Tabla 64.	Promedio de las Dosificaciones de Índice de Plasticidad	75
Tabla 65.	Promedio de las Dosificaciones de la Densidad Máxima Seca.....	76
Tabla 66.	Promedio del índice del CBR	77
Tabla 67.	Promedio de la Compresión Simple.....	78

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Estructura de camino no pavimentado.....	10
<i>Figura 2.</i>	Temperaturas Mínimas Puno (SENAMHI, 2021).....	13
<i>Figura 3.</i>	Estado del Tramo en Estudio.....	22
<i>Figura 4.</i>	Extracción de la Calicata 1.....	23
<i>Figura 5.</i>	Extracción de La calicata 2.....	23
<i>Figura 6.</i>	Muestra aditivo CON - AID.....	24
<i>Figura 7.</i>	Cuarteo del Material.....	26
<i>Figura 8.</i>	Secado del Material.....	26
<i>Figura 9.</i>	Tamizado con la Malla N°04.....	27
<i>Figura 10.</i>	Tamizado Mecánico en dos Series la Fracción Fina y la Gruesa.....	27
<i>Figura 11.</i>	Pesado de las Fracciones Retenidas en las Respectivas Mallas,.....	28
<i>Figura 12.</i>	Curva Granulométrica – Calicata C-1.....	29
<i>Figura 13.</i>	Curva Granulométrica – Calicata C-2.....	30
<i>Figura 14.</i>	Porción del Agregado.....	31
<i>Figura 15.</i>	Masa Tamizado se Combina Amasándolo.....	32
<i>Figura 16.</i>	Fracción de la Mezcla en la Cuchara y Nivelando la Maza con la Espátula.....	32
<i>Figura 17.</i>	Masa que se encuentra en la cazuela.....	33
<i>Figura 18.</i>	La Masa se Levanta y Apalea con la cuchara.....	33
<i>Figura 19.</i>	Muestra preparado de 25 gr.....	39
<i>Figura 20.</i>	Muestra en Forma de Cilindro.....	39
<i>Figura 21.</i>	Trozos para el Puesto en Horno, Secado y Pesado.....	39
<i>Figura 22.</i>	Tamizado a través de las mallas N°04, 3/8" y 3/4".....	45
<i>Figura 23.</i>	Compactación con 56 Golpes.....	46
<i>Figura 24.</i>	Desalojando el Collarin.....	46
<i>Figura 25.</i>	Curva Proctor Modifica (M1, D0).....	47
<i>Figura 26.</i>	Curva Proctor Modificado (M2,D0).....	48
<i>Figura 27.</i>	Curva de Proctor modificado (M1,D1).....	50
<i>Figura 28.</i>	Curva de Proctor modificado (M2,D2).....	51
<i>Figura 29.</i>	Curva de Proctor Modificado (M1,D2).....	53
<i>Figura 30.</i>	Curva de Proctor Modificado (M2,D2).....	54
<i>Figura 31.</i>	Tamizado de la Muestra del CBR.....	56
<i>Figura 32.</i>	Incorporación de Humedad Optima.....	56
<i>Figura 33.</i>	Molde con material de 5 capas cada una, siendo compactadas.....	57

.....	57
<i>Figura 34.</i> Compactando Muestra.....	57
<i>Figura 35.</i> Perfilamiento de la Muestra	58
<i>Figura 36.</i> Curado de la Muestra	58
<i>Figura 37.</i> Retirando el Molde de la poza	59
<i>Figura 38.</i> Penetración del Molde	59
<i>Figura 39.</i> Curva de CBR (M1,DO)	60
<i>Figura 40.</i> Curva de CBR (M2,DO)	61
<i>Figura 41.</i> Curva de CBR (M1,D1)	63
<i>Figura 42.</i> Curva de CBR (M2,D1)	64
<i>Figura 43.</i> Curva de CBR (M1,D2)	65
<i>Figura 44.</i> Curva del CBR (M2,D2)	66
<i>Figura 45.</i> Muestra de Arcilla	68
<i>Figura 46.</i> Moldeando en Cilindros.....	68
- Se midieron los diámetros superior, central e inferior	69
<i>Figura 47.</i> Midiendo las Dimensiones	69
<i>Figura 48.</i> Moldeando en cilindros.....	69
<i>Figura 49.</i> Muestra en la Congeladora	69
<i>Figura 50.</i> Muestra Puesta en Maquina de Compresión.....	70
<i>Figura 51.</i> Lecturación del Ensayo.....	70
<i>Figura 52.</i> Índice de plasticidad.....	75
<i>Figura 53.</i> Máxima Densidad Seca	76
<i>Figura 54.</i> Índice del CBR.....	77
<i>Figura 55.</i> Resistencia a la compresión simple.....	79

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar en qué medida mejora la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. El tipo de investigación fue Aplicada, la población fue el camino vecinal no pavimentado vía Ticarjani-Puca Cacca , la muestra fue Km 1+ 000 al Km 2+000 con muestreo no probabilístico, el procedimiento se inició con la exploración y reconocimiento, recolección de componentes y estudios de laboratorio. Los resultados fueron el índice de plasticidad fue decreciendo de 20.84% a 12.44% con una dosificación 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento, en la máxima densidad seca hay un incremento de 1.60 gr/cm³ a 1.65 gr/cm³ con la dosificación mencionado. El índice de CBR con la dosificación 0.008 Lt. CON- AID + 9.1 % de cemento presento un incremento de 9.2%, a 16.60%, el mejor resultado respecto a la resistencia a la compresión simple se obtuvo con la dosificación 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento expuesta a helada a temperatura de (-7°C) alcanzando una resistencia de 302.66Lb/plg² e incrementándose en 64.80 Lb/plg en relación a la muestra patrón. Influye de manera notable y significativamente en la mejora de la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.

.

Palabras clave. Estabilidad del suelo arcilloso, subrasante, expuesto a helada.

Abstract

The objective of the investigation was to determine to what extent the stability of the clay soil at subgrade level with the addition of chemical components and exposed to the frost of the Llalli - Puno 2021 neighborhood road. The type of research was Applied, the population was the neighborhood road not paved via Ticarjani- Puca Cacca, the sample was Km 1+ 000 to Km 2 + 000 with non-probabilistic sampling, the procedure began with exploration and recognition, component collection and laboratory studies. The results were the plasticity index was decreasing from 20.84% to 12.44% with a dosage of 0.008 Lt. CON-AID + 9.1% of cement, in the maximum dry density there is an increase from 1.60 gr / cm³ to 1.65 gr / cm³ with the dosage mentioned. The CBR index with the dosage 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% of cement presented an increase of 9.2%, to 16.60%, the best result regarding the resistance to simple compression was obtained with the dosage 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% of cement exposed to frost at a temperature of (-7 ° C) reaching a resistance of 302.66Lb / in² and increasing by 64.80 Lb / in in relation to the sample. It has a notable and significant influence on the improvement of the stability of the clay soil at subgrade level with the addition of chemical components and exposed to frost of the Llalli - Puno 2021 neighborhood road.

.

Keywords. Clayey soil stability, subgrade, exposed to frost.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática, para (CHOQUE, 2012), las vías no asfaltadas se maltratan con mayor prontitud con respecto a una vía asfaltada los componentes finos al juntarse con los agregados robustos mostrados al ambiente pierden humedad y con el tráfico intenso que genera las ruedas del vehículo al contacto con el pavimento generando polvo y partículas finas y luego la presencia de fisuras superficiales como hoyos y ahuellamientos. Para poder mantener la infraestructura vial y no se produzca un gasto demasiado pronto en el lapso del tiempo se propone utilizar aditivos químicos como alternativa de solución. Según MENDOZA, OJEDA y BALTAZAR (2018), Manifiesta que la infraestructura vial de los suelos localizados en área de influencia del proyecto es utilizada de forma habitual para la conformación de terraplenes, por tanto, es indispensable para la vida útil en cualquier estructura eficaz como subrasante. Dichos suelos cuando son utilizados en la ingeniería deben tener una calidad establecida por códigos internacionales, y si no llegan a tener dicha calidad deben ser mejorados en estabilidad volumétrica y características de resistencia. Según PAREDES, HERRERA Y GOMEZ (2019), Indica que las obras civiles favorecen al desarrollo de la mancomunidad, por tanto están dentro de la generación de la industria, en paralelo genera destrozos y cambios en el medio ambiente que influye en dicho proyecto. Por ello es de necesidad la aplicación de indicadores que conllevan medir el grado de sustentabilidad de obras civiles durante toda su ejecución y mantenimiento. Para RODRIGUEZ, HIDALGO (2005), Manifiesta que la estabilización de suelos se refiere a incorporar un ligante al suelo (sub-base o subrasante, material de base) este producto tendrá la función de unir las partículas, optimizando sus propiedades mecánicas. Los más usados en nuestra realidad son el cemento asfáltico, el cemento hidráulico y la cal. Para YARBASI y KALKAN (2006), En las zonas frías la mayoría de los suelos con heladas estacionales tienen, a lo largo del año un ciclo de congelamiento, en el tiempo de congelación la humedad de suelo se desplaza hacia la capa congelada por consecuencia de una diferencia de temperatura. La mezcla de aditivos desempeña un papel muy importante en el desarrollo de la resistencia a la compresión y el CBR. Para, YANG *et al.* (2020), indica la estrategia

técnica para el curado de suelos sometidos a contaminación de metales en las últimas décadas en proceso de congelación produce un desgaste de materiales deteriorando la estabilidad a un plazo de tiempo para detectar los problemas se emplearon pruebas de resistencia a la compresión, pruebas de cizallamiento directo y pruebas de permeabilidad en las muestras para encontrar la resistencia a la compresión no confinada, fricción interna estabilizado del suelo después de 0,7,14, días de ciclos de congelación. Asimismo WU, CHENG y MA (2006), Afirma el suelo congelado definido como suelo que contiene hielo con una temperatura inferior a 0 °C causa problemas particulares en la ingeniería debido a su asentamiento potencial durante el deshielo. Según ROTHAMEL (2021), refiere que el desarrollo de fuerza en ambiente frío, las muestras estabilizadas con Petrit T revelan una disminución de la resistencia luego de los ciclos de congelación y descongelación en escenarios de laboratorio: el UCS es tan bajo como 30 kPa respecto a 80 kPa para muestras de arcilla, y 30 kPa a 50 kPa para muestras de limo. En las muestras se detectó que el incremento de la resistencia de las muestras estabilizadas con MultiCem no fue afectado por la congelación y descongelación. Según FLORES (2015), expresa que También consiste en una práctica que nos recuerda que no solo los bienes y las personas se mueven en el sistema de transporte, sino también que la infraestructura vial es el mecanismo de transmisión que permite que el capital fluya a nivel mundial. Y que, como parte del núcleo estratégico de producción, el sistema de transporte está involucrado en la reproducción y desarrollo de la sociedad en su conjunto. De acuerdo con la realidad que muestra dicha zona es necesario plantear la siguiente investigación la cual presenta como **problema general**; ¿En qué medida mejora la estabilidad de suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada carretera vecinal Llalli - Puno 2021?, Como **Problemas Específicos** tenemos: en la primera, ¿En qué medida mejora el índice de plasticidad del suelo arcilloso a nivel Subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?.Segunda ¿En qué medida mejora la máxima densidad seca del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.?, tercera ¿ En qué medida mejora el índice del CBR del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la

carretera vecinal Llalli - Puno 2021?, Cuarta ¿En qué medida mejora la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?. La **Justificación Práctica**, la investigación se basa en que sirve para mejorar la ejecución de carreteras, que éstas son afectadas con las variaciones de las temperaturas bajas, y por el desgaste de la carpeta de rodadura (tránsito de vehículos), En medio de nuestra realidad, caracterizada por el deterioro creciente de nuestras principales carreteras y caminos vecinales. **Justificación social.** Las múltiples comunidades que están regadas en la trayectoria del tramo su situación actual es de un camino deficiente y de pésimo estado de conservación por lo cual se desarrollara un mejoramiento del tramo carretero y solucionara en gran medida las privaciones de transporte de las comunidades. **Justificación ambiental,** es importante que la infraestructura vial no cause contaminación, reduciendo el impacto ambiental. La presente investigación permitirá tener énfasis en el cuidado ambiental, nos permitirá dar a conocer y tener presente la responsabilidad del uso de los aditivos que ayudan a disminuir el movimiento de tierras que genera polución y evitar la degradación de las canteras, ríos que estas son usadas de manera informal e irresponsable. La **Hipótesis General** es la siguiente La estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante mejora con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. Así como las **hipótesis específicas;** HE.1; El índice de plasticidad mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. HE.2 La máxima densidad seca mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. HE.3 El índice del CBR mejora del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. HE.4 La resistencia a la compresión simple mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. La investigación tiene como **objetivo general** a estudiar; Determinar en qué medida mejora la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. OE.1; Determinar en qué medida mejora el índice de plasticidad del suelo

arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021; OE.2; Determinar en qué medida mejora el índice de plasticidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.OE.3; Analizar en qué medida mejora el índice del CBR del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021. OE.4; Evaluar en qué medida mejora la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos encontrados como, **Antecedentes Internacionales**, para el autor SANCHEZ (2014), en su tesis de Grado **Titulado**, “Estabilización de Suelos Expansivos con cal y Cemento en el Sector Calcical del Cantón Tosagua Provincia de Manabí”. Su **Objetivo**, es mejorar la expansión de suelos del sector Calcical del Cantón Tosagua, mediante el uso de cal y cemento, para reducir su expansión. En su **conclusión**; Demarca que en el laboratorio la muestra fue estabilizado con el 7% y se logró alcanzar una disminución de un 8.5% en el límite líquido, y una adición en el límite plástico de 10% y en el índice de plasticidad se logró una merma del 11.5%, obteniendo un porcentaje de la muestra, la significativa disminución en el índice de plasticidad ya no demuestra cambios de gran relevancia en este indicador. Con 9% de cemento, se alcanzó el valor más bajo en índice plástico; Este se redujo en un 36% en relación al estado natural y Limite liquido aumenta en un 8% y los límites de plasticidad aumentan en un 61%.

Según ROTHAMEL (2021), presenta en su tesis de grado Titulado; “Estabilización de suelos de grano fino en ambiente frío y expuestos a heladas estacionales Desarrollo de fuerza en ambiente fríos”. Tiene como **Objetivo**, optimizar el conocimiento en el ámbito del estudio de los suelos de grano fino en zonas con heladas temporales y baja temperatura anual. Esta tesis contiene tanto muestras preparadas en laboratorio como muestras tomadas de campo. Cuyo resultado llego a su fin en el laboratorio. Como el Desarrollo de fuerza en ambiente frío, las muestras estabilizadas con Petrit T revelan una disminución de la resistencia luego de los ciclos de congelación y descongelación en escenarios de laboratorio: el UCS es tan bajo como 30 kPa respecto a 80 kPa para muestras de arcilla, y 30 kPa a 50 kPa para muestras de limo. En las muestras se detectó que el incremento de la resistencia de las muestras estabilizadas con MultiCem no fueron afectados por la congelación y descongelación. En particular a este resultado son las muestras de arena limosa, estabilizadas con 6% de MultiCem y curadas en situaciones de laboratorio en 90 días. Estas muestras muestran un UCS reducido de 2000 kPa.

Según HEITZER (2017), presenta en su tesis de grado **Titulado**: “Efectos de Mezclas de Cloruros en la Humedad de Caminos no Pavimentados”. Fijo como

Objetivo, Estudiar el resultado y comportamiento que tienen las diferentes mezclas de sales y clases de suelos, en la absorción, retención y pérdida de humedad, esto para distintos ciclos de acondicionamiento en laboratorio, con el fin de representar diferentes condiciones medioambientales de terreno. Aplicando la **Metodología,** experimental donde manifiesta que en laboratorio se debe preparar a humedad y temperatura previamente definida todas las mezclas en cámaras de humedad y horno en laboratorio, para de esta forma medir la humedad de las muestras en el transcurso de un preciso lapso de tiempo. Las variables que se controlan de humedad relativa, temperatura y tiempos de exposición a los cuales son expuestas las muestras. En **Conclusión,** al contrastar las temperaturas a las que fueron expuestas las muestras en la etapa de evaporación, generalmente se puede decir que a lo largo del secado a 20°C las muestras no perdieron totalmente su humedad, manteniendo recurrente la humedad absorbida en el final del lapso. A una temperatura de 30°C, las muestras en algunas ocasiones conservan algún nivel de humedad en el final del lapso, en tanto que a 50°C en todas las muestras se aprecia una reducción terrible de la humedad, llegando a la pérdida total de humedad en el final del lapso de 30 horas de secado, excepto para muchos casos en que la humedad previa en el lapso de absorción es del 90%, esto para los pisos con algún nivel de elasticidad.

Antecedentes Nacionales, Asimismo para CARDENAS (2018), en su investigación **Titulado;** “Mejoramiento de la Base Granular adicionando estabilizador Químico CON—AID CBR Plus en Carretera Juliaca - Limite Bolivia. Km 210+750 - 263+000. Departamento de Puno”, tiene como **Objetivo,** Analizar las consecuencias del uso del aditivo CON-AID, Plus, en mejorar el nivel de las propiedades del suelo para la base del pavimento flexible. Además, indica que a través de la experimentación la dosis ideal del aditivo CON-AID Plus para suelos arcillosos es de 1.0%, puesto que, en esta porción, el lote dio a conocer tener un grado de compactación más alto, el cual se vio disminuido al subir a 1.5% y 2.0% respectivamente. Aplica la **Metodología,** cuasi experimental tomando como investigación descriptiva, Luego pasó a ser explicativa ya que era una extensión del proceso que se hacía cuando se combinaba con CON-AID CBR Plus a la base del terreno En **Conclusión,** La aplicación del aditivo CON- AID CBR Plus optimiza las características del suelo en la base de pavimento flexible en la Carretera

mencionada. Puesto que al adicionar el aditivo CON-AID en el suelo natural, se pudo mostrar una mejoría evidente en el índice de CBR.

Además para MAMANI y CALLATA (2020), en su tesis de Grado Titulado; *“Influencia del Aceite Sulfonado y Cloruro de Calcio en La Conformación de Base Granular a Estado de Congelamiento de las Carreteras Afirmadas”*. El **Objetivo**, es analizar la influencia del uso de los aditivos: aceite sulfonado y cloruro de calcio en la estructura de una base granular en una situación de congelamiento de las vías afirmadas. **Metodología Experimental**; se sometió a las siguientes pruebas: Granulometría, contenido de humedad, límite de plástico, límite líquido, proctor modificado, CBR, Expansión, Congelamiento; cuyas muestras son sometidas a congelamiento a $-7.15\text{ }^{\circ}\text{C}$, el estudio basado a la norma MTC – manual de carreteras “suelos, geología y pavimentos – sección suelos y pavimentos”, temperatura promedio de las estaciones meteorológicas existentes en los distritos de Desaguadero y Huacullani. Y congelamiento simple. En **Conclusión**, relata que las muestras tratadas con aceite sulfonado a un 0.15%, y cloruro de calcio a un 0.50%, de dosificación en peso tiene una resistencia al congelamiento, en donde se tiene una disminución en 2.92 y 2.21 kg/cm^2 de carga máxima con respecto a una muestra sin tratar donde puede verse que el efecto de congelamiento decrece.

BONIFACIO, y SANCHEZ(2015) En su tesis de grado **Titulado**; *“Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque”*. Tiene como **objetivo** principal; Ejecutar un estudio semejante técnico y económico para examinar la estabilidad de carreteras no pavimentadas utilizando el cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento. Aplica **Metodología Experimental**, para su muestra considera las canteras “Cerro Escute”, ubicada en el distrito de Pacora con coordenadas ($6^{\circ}27'6.97''\text{S}$; $79^{\circ}50'24.183''\text{O}$) y la Cantera Cachinche, ubicada en el distrito de Pitipo con coordenadas ($6^{\circ}30'54.349''\text{S}$; $79^{\circ}48'4.716''\text{O}$) al cual sumaremos aditivos químicos (cloruro de calcio, cloruro de magnesio y cemento) para poder tener un resultado mejorado en la investigación. En **Conclusión**, con 2 aditivos se lograron excelentes resultados de CBR con porcentajes de 2% para las estabilizaciones con cloruro de calcio y 4% para el cloruro de magnesio. El uso de

cemento, si es posible, para mejorar el CBR de las canteras encuestadas, se vuelve satisfactorio a los criterios especificados, aumentando en un porcentaje de 8% - 9% de cemento para desempeño estructural.

Según (VENTURA y ALARCON(2018) En su tesis de grado denominado; “*Suelos Arcillosos Mejorados con Cemento Y Aditivo Con-Aid, para La Estabilización de la Sub Rasante, Camino Vecinal Ruta Pa-701, Pasco, 2018*”. Cuyo **Objetivo**, es *Optimizar* la capacidad portante de los suelos arcillosos utilizando cemento y aditivo Con-Aid, para la mejora de la sub rasante del camino vecinal. Tomando como **Metodología** experimental, El análisis se dirige en el nivel de investigación explicativa, en donde se quiere llegar a formar procedimientos que permitirá desarrollar de forma específica la hipótesis de la indagación que busca establecer las causas y de acorde a ello plantear la solución del problema que se investiga; y **Concluye**, la utilización de cemento y aditivo Con-Aid, actúa como agente de mejora de estabilización de la sub rasante del camino vecinal. Según las normas del MTC, 2013; indica el uso del 10%,12%,14% de cemento para el suelo de tipo A-7. Pero en este estudio se decide, que al sumar el aditivo CON-AID, el cemento se reducirá en un 40% (recomendado por la Empresa CONAID Argentina S.A.C.) llegando a este estudio la consideración de porcentaje (%) de cemento a un 6%,7.2%,8.4% mas 0.007lts. de CON-AID para cada muestra. El CBR del suelo tipo A7-5(11) se aumenta en un 9.1%, 10.6%, 12.7%, al sumar Cemento y CON-AID, lo que tiene relación directa en el desempeño del camino; mayor capacidad de soporte y plasticidad.

Según URCIA (2017), en su tesis de grado denominado; Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017” tiene como **Objetivo**, Establecer de qué manera la estabilización de suelos con cemento Portland tipo I influye para mejorar la carretera. del mismo modo Indica en su **Conclusión**, que se realizó el procedimiento perfecto para las excavaciones múltiples, y para el análisis de laboratorio de mecánica de suelos de Proctor rectificado, la cual se finalizó que el Proctor sin cemento cuyo resultado es de máxima densidad seca de 2.123 gr/cm³ y optimo contenido de humedad de 8.4 % y con el Proctor con cemento se llegó a su fin con una máxima densidad seca de

2.240 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 5.4 %. Y asimismo los resultados, con la aplicación de cemento Portland tipo I fueron satisfactorios.

Para PARI (2019), en su tesis de grado Denominado; *“Evaluación de factores que influyen el grado de compactación en los procesos constructivos de carreteras en zonas frías de la Región Puno”*. Según el **Objetivo** de estudio es; Evaluar los factores predominantes que influyen la calidad de compactación de suelos en la construcción de la Vía Santa Rosa – Nuñoa – Macusani. Indica en la Región Puno respecto al clima se tiene tres periodos bien marcados; el de precipitaciones pluviales que abarca los meses diciembre a marzo; periodo frío que abarca los meses, mayo, junio y julio; periodo de verano que abarca los meses de: agosto a noviembre. De estos periodos el de precipitaciones y el de bajas temperaturas son donde las vías se deterioran considerablemente; situación que no es atendida por las autoridades correspondientes sobre todo en actividades de conservación y mantenimiento. La situación actual de nuestro país y específicamente la Región Puno requiere el cuidado de sus obras viales de manera permanente, situación que en alguna medida ya está despertando como preocupación en las autoridades locales de la región. La **Metodología** aplicada es un proceso de gestión e intervención crítica basado en la investigación que permite el descubrimiento de nuevos hechos o información. Para ello se ha obtenido de muestras de suelos de la berma de la vía seleccionada, en diez lugares a fin de establecer sus características físicas y mecánicas, en lo siguiente: Análisis granulométrico, Límites de consistencia, Clasificación de suelo, Compactación de suelos, CBR. En **Conclusión** señala en los procesos de compactación se ha demostrado que a temperaturas de 0°C a 15°C los valores de densidad seca alcanzados fueron menores a 1.90 gr/cc y a temperaturas de 15°C a 20°C los valores de densidad alcanzados son mayores; indica que a mayor temperatura la densidad de compactación es mayor; de la misma forma el CBR a temperaturas de 0°C a 15°C, son menores a las alcanzadas a temperaturas de 15°C a 20°C, por lo que se recomienda la ejecución de procesos de compactación a temperaturas mayores de 15°C en zonas de bajas temperaturas de la Región Puno.

Por consiguiente, se mostrará las **Teorías Relacionadas** a la investigación teniendo en consideración lo siguiente: **Subrasante**, Es la superficie final de la carretera a

razón de nivel de movimiento de tierras, en esta se funda la estructura del pavimento o afirmado. (MTC, 2013)

Esta carpeta de la subrasante donde se funda de manera directa la estructura del pavimento y conforma la parte del prisma de la carretera que se realiza entre el terreno virgen natural parejo y la estructura del pavimento, también ayuda a mitigar los efectos perjudiciales del clima y las tensiones dinámicas. (Daud, 2019)

Los métodos comúnmente utilizados en la construcción de carreteras son el método de llenado de agregado reforzado, que tiene como objetivo reducir la rigidez y las irregularidades de la carretera y mejorar la resistencia y rigidez general de la subrasante mediante ajustes estructurales. (Xie, 2016)

Teniendo como partes de un camino no pavimentado primero la subrasante y encima la base granular.

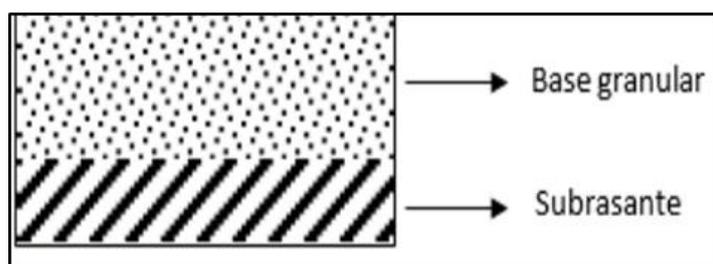


Figura 1. Estructura de camino no pavimentado

También la subrasante es de un espesor de 0.45 m y 0.2 m para rehabilitación. S1: Subrasante pobre CBR = 3% - 5%, S0: la Subrasante es muy pobre cuando su CBR < 3%, S1: la Subrasante es pobre CBR cuando 3% - 5%, S2: la Subrasante regular CBR cuando 6 - 10%, S3: la Subrasante buena CBR cuando 11 - 19%, S4: la Subrasante muy buena cuando CBR > 20%. Según (MTC, 2013) **Capacidad de Soporte**, La formación de diferentes capas de pavimento depende en gran medida de la resistencia de los suelos del subsuelo sobre el que se colocará el pavimento. Normalmente, en el diseño de carreteras, la prueba CBR se realiza para determinar la resistencia del suelo de subrasante y estos valores de CBR se utilizan para diseñar el espesor del pavimento flexible. (Naagesh,Sathyamurthy y Sudhanva , 2013)

Suelo, El suelo simboliza toda clase de sustancia gris, empezando desde un relleno de desperdicio, hasta llegar a las areniscas medianamente cementadas o lutitas suaves. El suelo es un conjunto de partículas orgánicas e inorgánicas, no atadas a ninguna alineación. (Juarez y Rico, 1973)

Clasificación del Suelo, En nuestra realidad, los dos sistemas de categorización se aplican por medio de la organización por tamaño de grano y elasticidad de los pisos son usados frecuentemente por los ingenieros de pisos. (Garzon, Garrido y Hidalgo, 2017)

En seguida se muestra sistemas de, AASHTO y ASTM (SUCS):

Tabla 1. *Correlación de Tipos de Suelos AASHTO – SUCS*

AASHTO	ASTM (SUCS):
A-1-a	GW,GP,GM,SW,SP,SM
A-1-b	GM,GP,SM,SP
A-2	GM,GC,SM,SC
A-3	SP
A-4	CL,ML
A-5	ML,MH,CH
A-6	CL,CH
A-7	OH,MH,CH

Fuente. Elaboración propia

Propiedades Físicas y Mecánicas, En la siguiente tabla se muestra las propiedades físicas y mecánicas, se dan según las normas ASTM y AASTHO mencionadas. (Golfín, 2019 pág. 4)

Tabla 2. *Aportes de los autores Propiedades Físicas y Mecánicas*

PROPIEDADES FISICAS	PROPIEDADES MECANICAS
Se consigue caracterizar los suelos con una serie de pruebas y con ello se establece su tipo y clasificación. Según (SUCS). (Golfín, 2019)	Generan datos que se utilizaran para el diseño o la realización de la obra mediante las pruebas de ensayos mecánicos (Golfín, 2019)
Índice de Plasticidad	Proctor
Limite Liquido	CBR
Granulometría.	Abrasión

Fuente: Elaboración Propia

Caminos Rurales. Son caminos de poco tráfico que crean conectividad en áreas rurales y son aspectos claves de su desarrollo integral de sus habitantes, estos caminos utilizan recursos y materiales locales. (Tiwari y Nagar, 2020)

Clasificación del Tramo por Demanda, El tramo en estudio tiene un IMDA menor a 200 vehículos diarios de una calzada mínima de 4.10 m. según la norma del MTC el tramo se clasifica como trocha carro sable. También se puede tipificar de acuerdo al tipo de área de rodadura el tramo se clasifica como carreteras no pavimentadas. (MTC, 2013)

El clima, Son dos los factores tomados en cuenta en temas de suelos y pavimentos del manual que afectan el diseño y la conducta del pavimento: la temperatura y las precipitaciones de lluvia y sus variantes, así por ejemplo la nevada. En el Perú se aprecian tres Regiones Naturales: Costa con clima templado y sin lluvias, Sierra con la temperatura más baja y más alta con lluvias moderadas. El clima frío es un cambio de clima, a una altitud de más de 3.000 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones y cambios de temperatura rápidamente. En el Perú el servicio vial trabaja con los datos recopilados por el SENAMHI. Los datos en general son de buena confianza para el trabajo del diseño de pavimentos. En un tiempo no muy lejano las innovadoras metodologías de la comisión vial, Según (MTC, 2013).

Perú está experimentando un aumento de 2° C en la temperatura y un 20% de cambio en las precipitaciones. Además del creciente desarrollo económico de los últimos años, Perú ha podido desarrollar proyectos de mitigación del cambio climático con apoyo internacional. (Avilez, Bazalar y Azañedo, 2016).

Asimismo el clima en sentido estricto se define generalmente como el clima promedio, o más estrictamente, la descripción estadística del promedio y la variabilidad de cantidades durante un período de meses o de años. (Koutsoyiannis, 2021)

Dificultades que Afectan a los Carpetas de Rodaduras en Zonas de Altura, Según manifiesta que las temperaturas bajas que aquejan las propiedades reológicas de la carpeta asfáltica y por consecuencias las propiedades físicas de las mezclas origina grietas en la manta de asfalto por concentración térmica o por aumento de la rigidez por tráfico pesado. El gradiente térmico es una acción rutinaria que se intensifica en zonas frías de altura. (Yarbasi y Kalkan, 2006)

Temperatura Mínima, Es la temperatura que logra llegar a un mínimo registro de 0 °C alcanzado en un pausa de tiempo determinado, la temperatura mínima

absoluta mensual, es de nuevo dicha temperatura, pero llegando a la más baja de las temperaturas mínimas mensuales, registradas en un lapso de un mes dado, durante los años establecidos. Heladas meteorológicas desde la mirada meteorológica se origina una helada al llegar la temperatura ambiente a 0 °C o llegando a valores más bajos de 0 °C. La medición que generalmente que se hace con el instrumento del termómetro. (Alarcon, 2010)

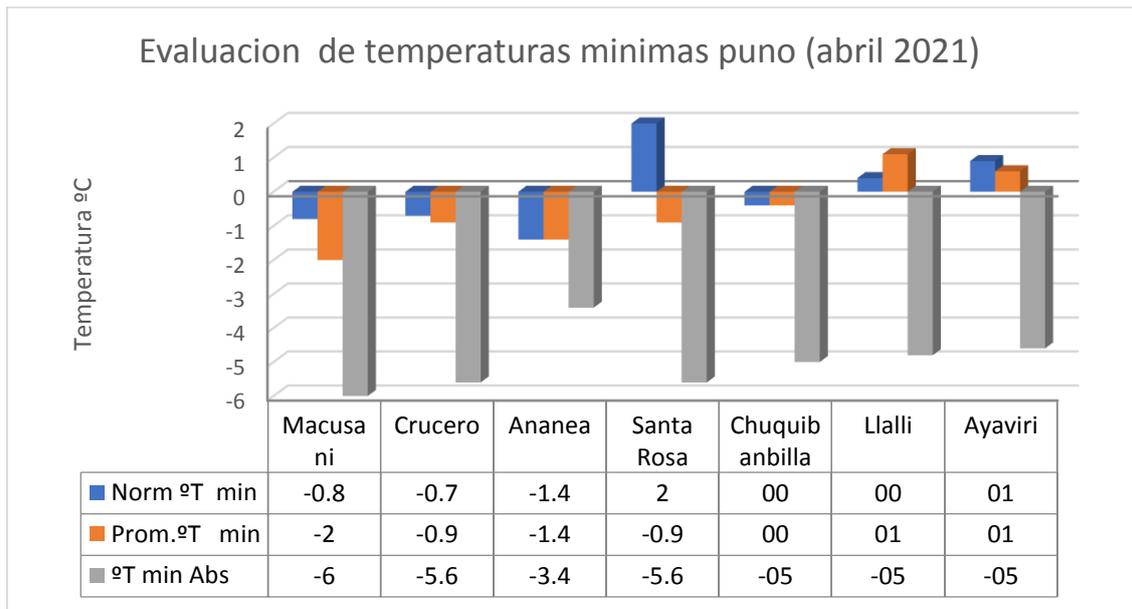


Figura 2. Temperaturas Mínimas Puno (SENAMHI, 2021)

Estabilización del suelo, La estabilización de suelos se concreta como el aumento de las propiedades físicas de un suelo mediante un proceso mecánico e incluyendo productos naturales, químicos o sintéticos y de resistencia con permanencia en el tiempo. Estas estabilizaciones frecuentemente son efectuadas en suelos de subrasante inadecuadas o pobres las más practicadas son: la estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos (Alarcon, Jimenez y Benitez, 2020)

Una de las tecnologías para uso en suelo local es que la estabilización puede ser mecánico o químico, los procedimientos de seguridad en tierra pueden incluir como la estabilización con cal y cemento. (Deepak y Manoj, 2016)

Tabla 3. Resumen de aportes de los diferentes autores estudiados sobre ensayos

Numero	Ensayo	Tiempo	Concepto
--------	--------	--------	----------

1	Ensayo CBR	11 días	Esta prueba tiene como particularidad en compactar un suelo en moldes regulados, sumergidos en agua y emplear un punzonamiento sobre las superficies con el uso de un pistón las muestras estarán 7 días en reposo y 4 días de curado; para tener un resultado del índice del CBR. (Mendoza, Ojeda y Baltazar, 2018)
2	Ensayo Proctor	3 hr	La prueba radica en compactar una fracción de suelo en un cilindro normalizado aplicando diferentes porcentajes de humedad para tener un resultado donde la curva tenga una relación entre la humedad y la densidad máxima seca. Aplicando energía de compactación con este ensayo lograremos la densidad seca máxima y optimo contenido de humedad. (Oyola , 2016 pág. 3) A lograr mayores densidades y menores vacíos de aire hasta que el suelo alcanza el máximo de sequedad a este valor se conoce como humedad optima (Allan, 2018)
3	Ensayo granulométrico	2hr	Este ensayo esencialmente hace la medición gradual de las partículas que forman un suelo. Radica en realizar donde las partículas en una columna de tamices normalizados, se tamiza por un lapso de 8 min .una vez ya terminada, se procede a pasar el material retenido en cada tamiz, con los resultados finales se realizara hacer una curva granulométrica donde se ve la tendencia homogénea de grano de las partículas gracias a este ensayo alcanzaremos a tener indicadores como LL LP IP. (CRESPO Villalaz, 2004)
4	Ensayo de compresión Simple	1hr	Al utilizar la ejecución de una carga axial, registro de distorsión usando un ejemplar de suelo inalterado moldeado en forma de cilindro esta prueba nos permitirá obtener un valor de resistencia del suelo o esfuerzo último de un suelo a la compresión. (Crespo, 2004)

Fuente: Elaboración propia

Influencia de las Heladas en Suelos Estabilizados, Se discute la resistencia de los materiales estabilizados sometidos a la influencia de las heladas. Constan varias publicaciones sobre la influencia de las heladas en suelos estabilizados con diferentes combinaciones de aglutinantes, con diferentes conclusiones. Tienen en común que la resistencia después de la congelación y descongelación disminuye,

pero sigue siendo varias veces mayor que la resistencia del suelo no estabilizado. Según (Rothamel, 2021)

Estabilización Química, Este método es resaltante en el trabajo de compuestos químicos, de tal manera que su importancia es modificar su sistema molecular del suelo, haciendo un proceso de modificación de mejorar sus propiedades del suelo estudiado, como plasticidad, compresibilidad, resistencia mecánica (resistencia a la compresión) de gran ayuda para la mejora de la resistencia de su capacidad de soporte de los suelos por consecuencia de la estabilización. Según. (Llano, Rios y Restrepo, 2020)

Estabilización con Cemento Portland tipo I, El material denominado suelo-cemento llega a lograrse por una combinación profunda de una muestra de suelo altamente disperso con cemento, agua y otras adicciones, en seguida de un proceso de compactación y un apropiado curado, Luego del tratamiento del suelo se cambia en otro material endurecido proporcionalmente más fuerte y mucho más resistente. Los suelos apropiados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$). Según (MTC, 2013)

La adición de cemento mejora el comportamiento de compactación de la mezcla incluso en suelos de grano fino. El índice de compresión disminuye y el coeficiente de consolidación aumenta con mayor contenido de cemento. (Firmana, Eka y Andhi, 2021)

El Suelo-cemento es el resultado de mezclar tierra cemento Portland y agua que, compactada a alta densidad en un porcentaje de humedad óptimo, gana fuerza y durabilidad a través de las reacciones de hidratación del cemento, se ha utilizado ampliamente para la fabricación de bases y subbase de carreteras, y también en componentes de construcción. (Carvalho, *et al*, 2016)

Estabilización de Aditivo CON-AID, es un compuesto aniónico que se disuelve en el agua con propiedades tensioactivas. Este aditivo estabiliza suelos de menor calidad que en su composición tenga materia arcillosa de mejorar sus propiedades que sirve como una herramienta para la construcción de Vías Carrozables. Este aditivo es derivado del petróleo es un líquido viscoso de color rojo sin olor y sabor

los fabricantes afirman que no conlleva peligro no toxico, seguro para el medio ambiente puede utilizarse para estabilizar varios tipos de suelos como arena limosa, material arcilloso, grava. Los materiales mencionados tengan un PI.>11y un contenido de arcilla igual o superior a 15% para facilitar la densificación y proporcionar las propiedades deseadas; estabilidad permanente y mayor trabajabilidad del suelo. (Lim y Wijeyesekera, 2014)

Metodología de Diseño. El desarrollo y la innovación de procesos en el sector de la construcción de carreteras traerán beneficios significativos para la comunidad y la industria, lo que contribuirá significativamente al crecimiento económico y mejorará la calidad de vida. No obstante, se necesitan mejores prácticas innovadoras para mejorar (OAD, y otros, 2020) presenta un método para la fabricación y diseño de estructuras de pavimento en el que la capa de la banda de rodadura está hecha de un material totalmente reforzado y sabiendo que esta capa está hecha de un material particulado para soportar la carga de los vehículos y también tiene protección contra el polvo. Según el método desarrollado, ayuda a planificar técnica y brevemente el diámetro de la altura de la capa reforzada, logrando la resistencia del sustrato y el tráfico durante un período de tiempo determinado. (MTC, 2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Por Enfoque.

Para Hernandez y Batista (2014), sintetiza que el enfoque cuantitativo es utilizado en la recopilación de datos para probar hipótesis para establecer patrones de comportamiento y probar teorías basadas en la medición numérica y el análisis del mismo. Pág.4

De acuerdo a lo mencionado en la investigación se utiliza un **Enfoque Cuantitativo** es así que emplea medición numérica en la observación para la recolección de datos y por consiguiente probar la hipótesis.

Por Propósito

Para Tamayo (2003), La investigación aplicada, también llamada activa o dinámica, está estrechamente relacionada con la investigación pura ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos; estudiar o aplicar la investigación a ciertos problemas. Pág. 136

En el trabajo investigado el tipo de investigación es **Aplicada** por acoger conceptos definidos y juntar antecedentes, como también la evaluación de muestras de campo.

3.1.2. Nivel de Investigación

Hernandez y Batista (2014), Es el valor con el que se estudia a fondo ciertos fenómenos y hechos, en la realidad social, encontrados en un estudio que se someten a un análisis por lo dicho miden evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos. O porque dos o más variables están relacionadas.

En esta investigación el nivel es **explicativo** porque establece un conjunto de pasos que logran implementar de forma específica la hipótesis de la investigación que busca asentar las causas y consecuente a ello sustentar las solución del

problema que se plantea en una búsqueda de resultados en la zona de impacto por la mezcla del suelo cemento con la suma del aditivo (CON-AID).

3.1.3. Diseño Experimental

En este método, los procesos de la variable independiente fueron manipulados por el investigador para proporcionar el mayor control y evidencia entre causa y efecto. (Tam, Vera y Oliveros Malaga 2008).

Conforme a las variables manipuladas la presente investigación tiene un **diseño cuasi experimental**, es cuando la muestra no es aleatoria. (*Cuando se manipula las variables, pero la muestra es no aleatoria*). Que al analizar amplios resultados se solicita la operación intencional de la variable.

3.2 Variables y Operacionalización

3.2.1. Variables

Variable Independiente: Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada.

Definición Conceptual. La adición de estabilizadores se usa generalmente como cemento, cal, asfalto, cemento Portland. Con esta innovación de ajuste, se intenta crear una reacción química entre el suelo y el estabilizador productor para cambiar las propiedades del suelo. Según (Rivines , 2010).

Expuesto a heladas: se refiere a las heladas cuando la temperatura ambiente desciende a 0° C o menos. (Alarcon, 2010)

Variable dependiente: Estabilidad de Suelo Arcilloso a nivel Subrasante de la Carretera Vecinal.

Definición conceptual. La estabilización del suelo se determina mejorando las propiedades físicas del suelo arcilloso por métodos mecánicos y la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Según (Lim, Wijeyesekera, 2014)

La Operacionalización de variables se encuentra en el anexo N° 2

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población Objetivo

Según Westreicher (2021) La población objetivo es el grupo de elementos que son de interés para los investigadores en un estudio estadístico o que será (o serán) afectados por un proyecto en particular. En conclusión en la presente investigación la población está constituida por el camino vecinal no pavimentado de la vía Ticarjani- Puca Cacca, existente en distrito de Llalli, provincia de Melgar, región Puno

- Longitud : 2.340 km
- Ruta : Pu – 707

3.3.2. Muestra

Según Hernandez y Batista (2014), Expone, que el subgrupo de la población en estudiada es esencialmente la muestra, entendiendo que es un subconjunto de los elementos pertenecientes a un conjunto definido en sus características, denominado población

En la presente investigación la muestra conformada es por la subrasante del camino vecinal no pavimentado de la vía Ticarjani- Puca Cacca, existente en el distrito de Llalli, provincia de Melgar, Región Puno, decidimos realizar la muestra entre el Km 1+ 000 a Km 2+000 teniendo como guía en manual de carreteras del MTC en donde sita realizar 01 de calicatas por Km a una determinada profundidad de 1.5 m a nivel de la subrasante para caminos con un volumen de tránsito de vehículos menores de IDM menor igual a 200 veh/día en nuestro caso se realizó dos muestras específicas en las progresivas Km 1+550 y Km 1+600 en cuya área se ubica la parte de la subrasante critica por la presencia de suelos arcillosos.

Tabla 4. Numero de Muestras

Numero de Muestras			
Indicador	Ensayo	Muestra 1	Muestra 2
Índice de plasticidad	Límites de Atterberg	3	3
Densidad máxima seca	Proctor modificado	3	3

Índice de CBR	CBR	3	3
Resistencia a la compresión simple	Compresión simple	9	9

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Muestreo

Según Tamayo (2003), precisa que en la investigación es un instrumento de gran validez, por el cual el investigador opta por escoger los elementos más representativas al inicio de las cuales aplicara los datos que conllevan a permitir extraer inferencias en relación a la población de estudio sobre lo cual se investiga.

En la investigación se considero el uso de muestreo dirigido **no probabilístico** siendo criterio a escoger la zona más afectada donde se realiza la calicata.

3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Según Palella y Martins (2012), sintetiza que una vez cumplido el procedimiento de la investigación y culminados los problemas planteados en el muestreo, comienza con la relación directa con la realidad objeto de estudio o como también en trabajos de campos.

Según el párrafo anterior, nuestra técnica se empleó de recolección de datos en esta investigación; fue la **observación**.

3.4.2. Observación Directa

Para Tamayo (2003), Menciona que el investigador tiene una relación o trato personal con la ejecución del hecho o fenómeno que tiene por investigar y recoger datos resaltantes mediante su observación directa.

3.4.3. Instrumentos de Investigacion

Palella y Martins (2012), Sintetiza, que es una herramienta de recolección y agrupamiento de datos, por consiguiente es el inicio del cual pueda tener seguridad y confianza el investigador y aproximarse a los fenómenos investigados y sacar información valiosa.

Se empleó en el estudio de investigación, la guía de observación (fichas técnicas). Que fue empleada en dicha investigación los ensayos de laboratorio, y cada ensayo cuenta con un instrumentos de medición normadas. Las fichas para la investigación son las siguientes:

- Ficha técnica N°1: índice del CBR (Anexo N°3)
- Ficha técnica N°2: Máxima Densidad Seca (Anexo N°4)
- Ficha técnica N°3: Índice de Plasticidad (Anexo N°5)
- Ficha técnica N°4: Resistencia a la compresión simple (Anexo N°6)

3.4.4. Validacion del Intrumento

Palella y Martins (2012), Puntualiza como la ausencia de sesgos o de errores y personaliza la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir. En la investigación serán las variables.

Para este trabajo de investigación el método utilizado es la validación del instrumento y el juicio de expertos. Es validada por lo que fue sometido a la revisión y a la evaluación especializada por jurados (ingenieros civiles), expertos en la especialidad del tema de estudio,

- ✓ Experto N°1: Alfredo Alarcón Atahuachi CIP.81732 (Anexo N°2)
- ✓ Experto N°2: Simón Frisancho Mamani CIP: 74148 (Anexo N°3)
- ✓ Experto N°3: Willian H. Ruelas Gómez CIP: 190525 (Anexo N°4)

3.4.5. Confiabilidad de los Resultados

Según Palella y Martins (2012), conceptualiza la confiabilidad como la ausencia de un error aleatorio en un dispositivo de adquisición de datos. Lo que representa el efecto del azar en la medición: es decir, el grado en que las mediciones están libres de desviaciones causadas por errores causales

En la investigación no se ejecutó confiabilidad ya que se utilizó la ficha de recolección de datos en el laboratorio, Se adjunta los certificados en los anexos.

- Certificado de Calibración del Equipo de CBR- MARSHALL (Anexo 7)

- Certificado de Calibración de Máquina para Ensayos de Concretos (Anexo 8)

3.5. Procedimiento

3.5.1. Etapa1: Exploración y Reconocimiento en Campo

- **Reconocimiento del Tramo a Investigar**

El Tramo empieza en el puente Ticarjani y termina en la zona denominada Puca Cacca del Distrito de Llalli, sector Ticarjani.

- **Estado del Tramo.**

Se verifico que el tramo se encuentra con diversos problemas estructurales en la carpeta de rodadura.



Figura 3. Estado del Tramo en Estudio

- **Clasificación del Tramo por Demanda.**

El tramo en estudio tiene un IMDA menor a 200 vehículos diarios de una calzada mínima de 4.10 m. según la norma del MTC el tramo se clasifica como trocha carro sable. También por su clasificación según el tipo de banda de rodadura, el tramo se clasifica como carreteras no pavimentadas.

3.5.2. Etapa 2. Recolección de Componentes

- **Extracción de Muestras y Calicatas**

Para la extracción de la muestra de material nos trasladamos específicamente a la progresiva Km. 1+550 en dicha área se ubica la subrasante crítica por la presencia de suelo arcilloso. Se tomaron muestras representativas de la progresiva anteriormente dicha para ser usado en el laboratorio.



Figura 4. Extracción de la Calicata 1



Figura 5. Extracción de La calicata 2

- **Compra de 1 Galón de Aditivo Con – Aid.**

Este compuesto de tipo aniónico obtenido del ácido sulfónico para propósitos de estabilización en suelos teniendo las siguientes especificaciones técnicas:

Completamente entendible en el agua:

- No es inflamable
- No es corrosivo
- No es peligroso
- No es tóxico (Certificación INTI)
- Totalmente capacitado para el usuario y el medio ambiente
- Aniónico = al menos 23%
- Contenido de sólidos = mínimo 23% (secado a máximo 110°C)
- PH = 0,85 +/- 0,15. (No es corrosivo para diluir el trabajo).
- Viscosidad CPS = 600 ± 100 (25 ° C) (rion coaxial - rotor 3 - bajo rango, modelo VA -04)
- Peso fijo a 25 ° C = 1.01 ± 0.015
- Reducción de LL (e IP, manteniendo constante LP): Mín. 10%
- Aumento RCI: Min 50%.



Figura 6. Muestra aditivo CON -AID

- **Se procedió a comprar de bolsas de cemento Portland tipo I**

Se compró una bolsa de cemento portland para el uso de los distintos ensayos.

3.5.3. Etapa 3. Estudios de Laboratorio

Se extrajo una primera calicata en la progresiva Km 1+550, y también se extrajo la segunda calicata en la progresiva Km 1+600 en la longitud de la vía no pavimentada dichas muestras se lleva al laboratorio para poder realizar los ensayos a las muestras no tratadas (muestra patrón), con los siguientes ensayos:

Tabla 5. Ensayos en Laboratorio según el MTC

Ensayo	Norma
Compresión no confinada	MTC E 121
Análisis Granulométrico	MTC E 204
Limite Líquido y Limite plástico, Índice de Plasticidad	MTC E 110
Ensayo de compactación Proctor modificado	MTC E 116
CBR	MTC E 132

Fuente: (MTC, 2013)

- Las Dosificaciones se realizó en base a la referencia de la investigación titulada, suelo arcilloso mejorado con cemento y aditivo Con-Aid para la estabilización de Subrasante. Según (VENTURA, y otros, 2018)
- Por tanto se aplica en el trabajo de investigación las dosificaciones siguientes:
 - 0.008 Lt.Con-Aid + 8.1% de cemento.
 - 0.008 Lt.Con-Aid + 9.1% de cemento.
 - Teniendo una dosificación patrón de 0.000lt. Con-Aid + 0% de cemento

3.5.4. Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizaje del Suelo Natural

Instrumentos.

- Balanzas de precisión
- Tamices de malla de forma cuadrada.
- Serie de tamices gruesos 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8").
- Serie de tamices finos 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm(N° 10), 0,840 mm(N° 20), 0,425 mm(N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm(N° 140), y 0,075 mm (N°200).
- .Cocina de gas
- Bandejas
- Estufas.

- Taras.

Procedimientos.

- En este estudio, la muestra se seleccionó dividiendo en cuarteo el material extraído del sitio donde se realizó la perforación de la vía vecinal ubicada en la progresiva Km 1+550 en cuya área se ubica la parte de la subrasante crítica por la presencia de suelo arcilloso.



Figura 7. Cuarteo del Material

- Con una porción seleccionada y apropiada del material particulado, el material se secó en una estufa eléctrica, y la estufa de gas industrial colocó el material en bandejas para secar el material de manera eficiente y en menor tiempo mediante análisis granulométrico.



Figura 8. Secado del Material

- Una vez secado el material, se tamizó a través de la malla N° 04 para separarlo en dos fracciones, la fina y la gruesa, que posteriormente se analizaron.



Figura 9. Tamizado con la Malla N°04

- Posteriormente, se realizó el tamizado mecánico en dos series, como se mencionó anteriormente, las fracciones fina y gruesa, y luego la masa de las fracciones retenidas en la malla correspondiente para lo cual se utilizó la balanza de precisión, para comentarios posteriores. los formatos apropiados



Figura 10. Tamizado Mecánico en dos Series la Fracción Fina y la Gruesa



Figura 11. Pesado de las Fracciones Retenidas en las Respectivas Mallas, Toma de datos. Se observa en la siguiente tabla 6 los datos del resultado.

Tabla 6. Resultados del ensayo de granulometría calicata: C-1

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				100.00
1"	25.000	31.00	2.05	2.05	97.95
3/4"	19.000	15.00	0.99	3.04	96.96
1/2"	12.500	12.00	0.79	3.83	96.17
3/8"	9.500	14.00	0.92	4.75	95.25
No.04	4.750	16.00	1.06	5.81	94.19
No.10	2.000	6.00	2.84	8.65	91.35
No.20	0.840	5.00	2.37	11.02	88.98
No.40	0.425	7.00	3.31	14.33	85.67
No.100	0.150	9.00	4.26	18.59	81.41
No.200	0.075	13.00	6.15	24.74	75.26
<No.200		159.00	75.26	100.0	

Fuente: Elaboración Propia (Pesos y porcentajes)



Figura 12. Curva Granulométrica – Calicata C-1

Resultados.

De acuerdo al análisis granulométrico del suelo, la Tabla 5 muestra que la distribución de partículas en la calicata C-1 es 75.26% fino y 24.74% arena y grava en la muestra, reportando no contener grava. El suelo CL-A-7-6 (14) según SUCS ASTM, que sería limo arcilloso, tiene un límite líquido LL: 47.01%, un límite plástico LP: 26.14% y un índice de plasticidad de 20.88%. Este suelo se encuentra en suelos finos.

Se observa en la siguiente tabla 7 los datos del resultado de granulometría de la calicata 2.

Tabla 7. Resultados del ensayo de granulometría calicata: C-2

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa 100
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				100,00
1"	25.000	36,00	2,22	2,22	97,78
3/4"	19.000	19,00	1,17	3,39	96,61
1/2"	12.500	17,00	1,05	4,44	95,56
3/8"	9.500	21,00	1,29	5,73	94,27
No.04	4.750	23,00	1,42	7,15	92,85
No.10	2.000	9,00	3,56	10,71	89,29
No.20	0.840	10,00	3,95	14,66	85,34
No.40	0.425	11,00	4,35	19,01	80,99
No.100	0.150	12,00	4,74	23,75	76,25
No.200	0.075	16,00	6,32	30,07	69,93

<No.200	177,00	69,93	100,0
---------	--------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

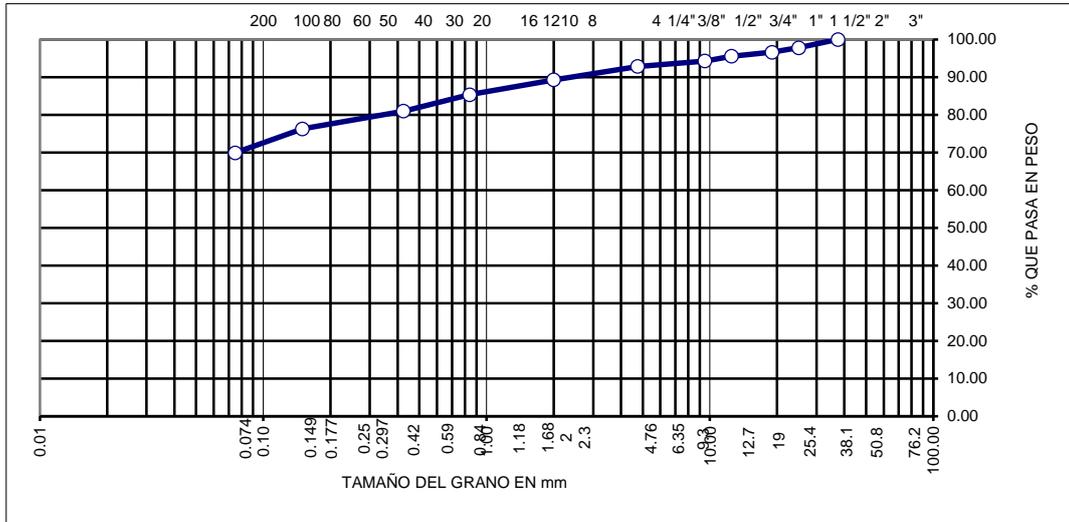


Figura 13. Curva Granulométrica – Calicata C-2

Resultados.

De acuerdo al análisis granulométrico del suelo, la Tabla 7 muestra que la distribución de partículas en la calicata C-2 es 69.93% fino y 30.07% arena y grava en la muestra. El suelo CL-A-7-6 (14) según SUCS ASTM, que sería limo arcilloso, tiene un límite líquido LL: 47.00%, un límite plástico LP: 26.20% y un índice de plasticidad de 20.81%. Este suelo se encuentra en suelos finos.

3.5.5. Ensayo de Laboratorio Limite Liquido (L.L), Limite Plástico (L.P), Índice de Plasticidad (I.P)

En la investigación se realizó los siguientes, ensayos para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad:

Ensayo de laboratorio Limite Liquido (L.L)

Tabla 8. Dosificaciones de los Ensayos de Limite Liquido de la Muestra 1

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 1	Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Dosificaciones de los Ensayos de Limite Liquido de la Muestra 2

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 2	Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Instrumentos Utilizados.

- Espátula de hoja de 4" de longitud.
- Vasija de 110 mm de diámetro.
- Cuchara de Casagrande.
- Acanalador.
- Recipiente para almacenar material.
- Balanza
- Horno de secado,
- Tamiz de N° 40.

Procedimiento.

- De una porción de agregado se alza alrededor de 200Gr esta pequeña porción pasa el tamiz de N°40 de 0.425 mm.



Figura 14. Porción del Agregado

- ~ Dicha muestra se coloca en la vasija y se vierte 20 ml de agua en seguida se combina amasándolo y tajándolo la masa con la espátula continuamente y alternadamente.



Figura 15. Masa Tamizado se Combina Amasándolo

- Con la espátula se derivó a poner una fracción de la mezcla en la cuchara de Casagrande. Asumiendo la precaución de no presencia de burbujas de aire en la muestra. Seguidamente se derivó a nivelar la masa con la espátula nivelando e igualando, para lograr 1cm de profundidad logrando a tener una superficie nivelada.



Figura 16. Fracción de la Mezcla en la Cuchara y Nivelando la Maza con la Espátula

- Se procede a cortar la masa que se encuentra en la cazuela, con continuas pasadas a lo largo de la parte central de la cuchara de Casagrande, pasándolo con el acanalador, se sumerge lentamente hasta llegar a separar en dos partes.



Figura 17. Masa que se encuentra en la cazuela

- A continuación, se procedió a levantar y apalear la masa que se encuentra en la cuchara de casagrande rodando el mango del instrumento anteriormente dicha a un ritmo de 1.8 a 2.2 golpes por segundo hasta conseguir que las dos masas separadas anteriormente se unan en una longitud de 0.5" en toda la ranura escribiendo en la libreta los números de golpes necesarios para llegar a unirse las dos masas.



Figura 18. La Masa se Levanta y Apalea con la cuchara

- Inmediatamente se extrae una porción de la masa expuesta al ensayo luego se pone en un envase para su guardado en un horno, para determinar su peso seco y registro de pesos.

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 10 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 11 la muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1. Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de Cemento.

Tabla 10. *Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.*

Descripción	Limite Liquido		
01. N° de golpes	36	24	16
02. tarro no.	15	24	30
03. suelo húmedo +tarro g	23.15	24.35	28.89
04. suelo seco + tarro g	19.45	20.16	23.05
05. peso del agua g	3.70	4.19	5.84
06. peso del tarro g	11.21	11.25	11.34
07. peso del suelo seco g	8.24	8.91	11.71
08. humedad %	44.90	47.03	49.87
	L.L. 47.01%		

Fuente. Elaboración Propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite líquido 47.01%.

Muestra N°2. Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 11. *Limite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.*

Descripción	Limite liquido		
01. N° de golpes	36	24	16
02. tarro Nro.	15	24	30
03. suelo húmedo +tarro g	23.15	24.35	28.89
04. suelo seco + tarro g	19.45	20.16	23.05
05. peso del agua g	3.70	4.19	5.84
06. peso del tarro g	11.21	11.25	11.34
07. peso del suelo seco g	8.24	8.91	11.71
08. humedad %	44.90	47.03	49.87
	L.L. 47.00 %		

Fuente. Elaboración Propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite líquido 47.00 %.

Promedio del límite líquido con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Tabla 12. Promedio del Límite Líquido con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.
Muestra 1	47.01
Muestra 2	47.00
Promedio	47.00 %

Fuente. Elaboración Propia

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 13 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 14 la muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de Cemento.

Tabla 13. Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Descripción	Limite liquido		
01. Nro. de golpes	35	25	15
02. tarro Nro.	16	17	18
03. suelo húmedo * tarro g	25.61	26.92	30.37
04. suelo seco * tarro g	21.42	22.15	24.31
05. peso del agua g	4.19	4.77	6.06
06. peso del tarro g	11.31	11.29	11.31
07. peso del suelo seco g	10.11	10.86	13.00
08. humedad %	41.44	43.92	46.62
	L.L.=		43.64

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite líquido 43.64 %.

Muestra N°2. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de Cemento.

Tabla 14. Limite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Descripción	Limite liquido		
	01. Nro. de golpes	35	25
02. tarro Nro.	16	17	18
03. suelo húmedo * tarro g	25.61	26.92	30.37
04. suelo seco * tarro g	21.42	22.15	24.31
05. peso del agua g	4.19	4.77	6.06
06. peso del tarro g	11.31	11.29	11.31
07. peso del suelo seco g	10.11	10.86	13.00
08. humedad %	41.44	43.92	46.62
	L.L.=		43.59 %

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite liquido 43.59 %.

Promedio del Límite Liquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de Cemento.

Tabla 15. Promedio del límite liquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.
Muestra 1	43.64
Muestra 2	43.59
Promedio	43.62 %

Fuente. Elaboración Propia

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 16 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 17 la muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 16. Limite Líquido de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Descripción	Limite liquido		
	01. Nro. de golpes	34	24
02. tarro Nro.	19	20	21

03. suelo húmedo * tarro	g	28.35	28.72	32.52
04. suelo seco * tarro	g	23.63	23.65	26.08
05. peso del agua	g	4.72	5.07	6.44
06. peso del tarro	g	11.42	11.34	11.33
07. peso del suelo seco	g	12.21	12.31	14.75
08. humedad	%	38.66	41.19	43.66
		L.L. = 40.77 %		

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite líquido 40.77 %.

Muestra N°2. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 17. *Límite Líquido de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.*

Descripción		Límite líquido		
01. Nro. de golpes		34	24	16
02. tarro Nro.		19	20	21
03. suelo húmedo * tarro	g	28.35	28.72	32.52
04. suelo seco * tarro	g	23.63	23.65	26.08
05. peso del agua	g	4.72	5.07	6.44
06. peso del tarro	g	11.42	11.34	11.33
07. peso del suelo seco	g	12.21	12.31	14.75
08. humedad	%	38.66	41.19	43.66
		L.L.=	40.77	%

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite líquido 40.77 %.

Promedio del límite líquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Tabla 18. *Promedio del límite líquido con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento*

Datos	Dosificación 2
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	40.77

Muestra 2	40.77
Promedio	40.77 %

Fuente. Elaboración Propia

Ensayos de laboratorio Limite Plástico (L.P.)

Tabla 19. *Dosificaciones de los Ensayos Limite Plástico Muestra 1*

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 1	Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. *Dosificaciones de los Ensayos Limite Plástico Muestra 2*

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 2	Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Instrumentos Utilizados

- ✓ Agua
- ✓ Rodadura de superficie de vidrio
- ✓ Espátula de metal, de hoja de 3" de longitud.
- ✓ Recipiente de porcelana.
- ✓ Balanza de precisión electrónica.
- ✓ Horno de secado.
- ✓ Tamiz N°40 para cernir
- ✓ Recipientes secar material.

Procedimientos del Ensayo en Laboratorio.

- En dicho ensayo se dispuso a preparar 25 gr. de la muestra que pasa en el tamiz N°40, en seguida se realizó una masa regular, añadiendo agua destilada para su mejor tratamiento.



Figura 19. Muestra preparado de 25 gr.

- Con la masa del suelo se moldea cilindros en la superficie de un trozo de vidrio, hasta obtener una muestra en forma de cilindro de 3,20 mm, sin deformarse dicho espécimen de cilindro, Se repitió el proceso hasta que el cilindro elaborado



Figura 20. Muestra en Forma de Cilindro.

- Posteriormente los trozos obtenidos se colocan en una superficie para su puesto al horno y secada y pesada del mismo.

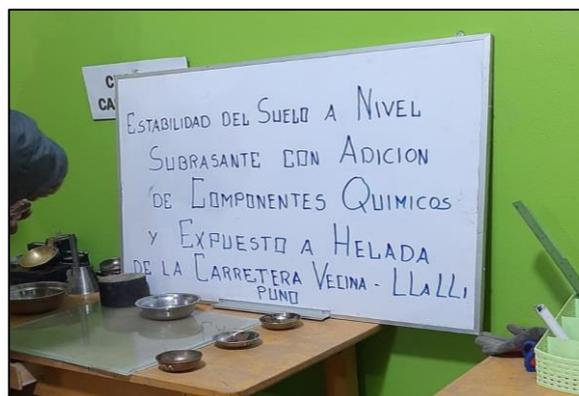


Figura 21. Trozos para el Puesto en Horno, Secado y Pesado.

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 21 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 22 la muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 21. Limite plástico de la Muestra N°1 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Descripción	Limite plástico	
01. Nro. de golpes		
02. tarro Nro.	33t	45 t
03. suelo húmedo + tarro g	22.62	21.56
04. suelo seco + tarro g	18.93	18.02
05. peso del agua g	3.69	3.54
06. peso del tarro g	4.58	4.69
07. peso del suelo seco g	14.35	13.33
08. humedad %	25.71	26.56
	I.P. = 26.14 %	

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite plástico de 26.14 %.

Muestra N°2. Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de Cemento.

Tabla 22. Limite Plástico de la Muestra N°2 Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de Cemento.

Descripción	Limite plástico	
01. Nro. de golpes		
02. tarro Nro.	33t	45 t
03. suelo húmedo + tarro g	22.62	21.56
04. suelo seco + tarro g	18.93	18.02
05. peso del agua g	3.69	3.54
06. peso del tarro g	4.58	4.69
07. peso del suelo seco g	14.35	13.33
08. humedad %	25.71	26.56
	I.P. = 26.20 %	

Fuente. Elaboración propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite plástico de 26.20 %.

Promedio del límite plástico con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 23. Promedio del límite plástico con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.
Muestra 1	26.14
Muestra 2	26.20
Promedio	23.17 %

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 24. Resultado de índice de plasticidad Promedio Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

$L.L - L.P = I.P$	$47.01\% - 23.17\% = \mathbf{20.84\%}$
-------------------	--

Fuente. Elaboración propia

Para hallar el índice plástico se procede a la resta el límite líquido menos el límite plástico. Teniendo como resultado el índice de plasticidad de 20.84%.

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 25 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 26. La muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Tabla 25. Limite plástico de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Descripción	Limite Plástico	
01. Nro. de golpes		
02. tarro Nro.	34t	35 t
03. suelo húmedo + tarro g	24.92	25.26
04. suelo seco + tarro g	20.54	20.26
05. peso del agua g	4.38	4.90
06. peso del tarro g	4.61	1.58

07. peso del suelo seco g	15.93	18.78
08. humedad %	27.50	26.09
	L.P = 26.79 %	

Fuente. Elaboración Propia.

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite plástico de 26.79%.

Muestra N°2. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Tabla 26. *Limite plástico de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.*

Descripción	Limite plástico	
01. N° de golpes		
02. tarro no.	34t	35 t
03. suelo húmedo + tarro g	24.92	25.26
04. suelo seco + tarro g	20.54	20.26
05. peso del agua g	4.38	4.90
06. peso del tarro g	4.61	1.58
07. peso del suelo seco g	15.93	18.78
08. humedad %	27.50	26.09
	L.P = 26.70 %	

Fuente. Elaboración Propia.

Promedio del límite plástico con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Tabla 27. *Promedio del límite plástico con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento*

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.008lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.
Muestra 1	26.79
Muestra 2	26.70
Promedio	26.75 %

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 28. *Resultado de índice de plasticidad Promedio Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento*

L.L - L.P = I.P	43.62% - 26.75% = 16.87%
-----------------	---------------------------------

Fuente. Elaboración propia

Para hallar el índice plástico se procede a la resta el límite líquido menos el límite plástico. Teniendo como resultado el índice de plasticidad de 16.89%.

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 29 la muestra 1, y seguidamente en la tabla 30 la muestra 2, con los siguientes resultados.

Muestra N°1. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 29. Resultado de índice de Limite Plastico de la Muestra N°1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Descripción		Limite Plástico	
01. No. de golpes			
02. tarro No.		36t	37 t
03. suelo húmedo + tarro	g	26.92	27.62
04. suelo seco + tarro	g	22.02	22.62
05. peso del agua	g	4.90	5.00
06. peso del tarro	g	4.75	4.82
07. peso del suelo seco	g	17.27	17.80
08. humedad	%	28.37	28.09
		L.P = 28.36%	

Fuente: Elaboración Propia

En el ensayo de laboratorio, esta muestra representativa resulto un suelo CL según la clasificación SUCS ASTM que vendría a ser arcilla arenosa, la cual presenta un límite plástico de 28.36%.

Muestra N°2. Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 30. Resultado de índice de Limite Plastico de la Muestra N°2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Descripción		Limite Plástico	
01. No. de golpes			
02. tarro No.		36t	37 t
03. suelo húmedo * tarro	g	26.92	27.62
04. suelo seco * tarro	g	22.02	22.62
05. peso del agua	g	4.90	5.00
06. peso del tarro	g	4.75	4.82

07. peso del suelo seco	g	17.27	17.80
08. humedad	%	28.37	28.09
		L.P = 28.30%	

Fuente: Elaboración Propia

Promedio del límite plástico con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de Cemento.

Tabla 31. Promedio Limite Plástico

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	28.36
Muestra 2	28.30
Promedio	28.33 %

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 32. Resultado de Índice de Plasticidad Promedio Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de Cemento

L.L - L.P = I.P	40.77% - 28.33% = 12.44%
------------------------	---------------------------------

Fuente. Elaboración propia

Para hallar el índice plástico se procede a la resta el límite líquido menos el límite plástico. Teniendo como resultado el índice de plasticidad de 12.44%

Análisis de Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D -1557)

Tabla 33. Dosificaciones del Ensayo de Proctor Modificado muestra 1

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 1	Dosificación 0.000 Lt. CON-AID + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. CON-AID + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. CON-AID + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Dosificaciones del Ensayo de Proctor Modificado muestra 2

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2

Muestra 2	Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento
----------------------------	---	---	---

Fuente: Elaboración Propia

Instrumentos.

- ✓ Balanza certificada
- ✓ Horno de secado, capaz de mantener temperatura
- ✓ Regla.
- ✓ Molde metálico de 6" de diámetro interior, con una altura de 4.58" y un volumen de 2,104.00 cm³.
- ✓ Pisón o martillo con una masa de 4,54 kg y una altura de caída de 457.2mm.
- ✓ Mallas de N°04, ¾"y 3/8"
- ✓ Bandejas de almacenamiento
- ✓ Taras de metal.
- ✓ Espátulas. Herramientas de mezcla.

Procedimientos.

- Se preparó previamente una muestra con humedad natural, del material de la progresiva Km 1+550 en cuya área se ubica la parte de la subrasante crítica por la presencia de suelo arcilloso en la presente progresiva una cuantía relativa de 25.00 kg. Se ejecutó la extracción de humedad de material en un horno para inmediatamente ejecutar el respectivo tamizado a través de las mallas N°04, 3/8" y ¾",



Figura 22. Tamizado a través de las mallas N°04, 3/8" y ¾".

- Las muestras listas para las respectivos ensayos de Próctor Modificado, se procedió a la compactación con 56 golpes, teniendo 5 capas de compactación.



Figura 23. Compactación con 56 Golpes.

- Inmediato terminado el proceso de las 05 capas compactadas, se desaloja el collarín y se nivela con el reglón de metal con para luego anotar los pesos del molde más el suelo húmedo.



Figura 24. Desalojando el Collarin

- Terminando el ensayo de cada muestra se lectura el contenido de humedad, para que sea representativa se tomó una muestra con material de la parte superior y otra de la base de la muestra ensayada.

Toma de Datos. En seguida el ensayo realizado de las 6 muestras de proctor modificado se anotó los apuntes correspondientes representados en los cuadros correspondientes.

Muestra N°1 Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Tabla 35. Ensayo de Proctor de la Muestra N°1 Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado.

Ensayo N°	1	2	3
Determinación de Densidad			
Peso molde + suelo	10,181	10,354	10,326
Peso molde	6,547	6,547	6,547
Peso suelo compactado	3,634	3,807	3,779
Volumen del molde	2,050	2,050	2,050
Densidad húmeda	1.77	1.86	1.84
Determinación De Contenido de Humedad			
Recipiente n°	1	2	3
Suelo húmedo + recipiente	635.00	735.00	645.00
Suelo seco + recipiente	556.00	632.00	545.00
Peso recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	79.00	103.00	100.00
Peso de suelo seco	556.00	632.00	545.00
Contenido de humedad	14.20	16.30	18.30
Densidad seca	1.55	1.60	1.56

Fuente: Elaboración Propia

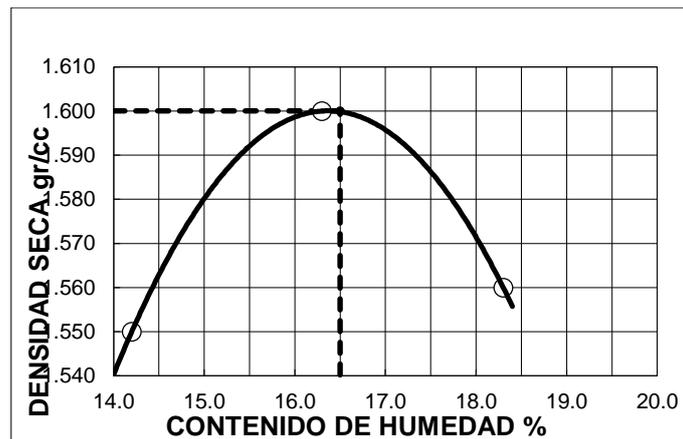


Figura 25. Curva Proctor Modifica (M1, D0)

En el siguiente ensayo de Proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas Teniendo como resultado de la dosificación 0000 Lt de CON-AID +0% de cemento, su máxima densidad seca = 1.600 Gr/cm³ y su óptimo Contenido de humedad, 16.5%.

Muestra N°2. Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Tabla 36. Ensayo de Proctor de la Muestra N°2 Dosificación 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento, Proctor Modificado

Ensayo N°	1	2	3
Determinación de Densidad			
Peso molde+suelo	10,181	10,354	10,326
Peso molde	6,547	6,547	6,547
Peso suelo compactado	3,634	3,807	3,779
Volumen del molde	2,050	2,050	2,050
Densidad húmeda	1.77	1.86	1.84
Determinación De Contenido de Humedad			
Recipiente n°	1	2	3
Suelo húmedo + recipiente	635.00	735.00	645.00
Suelo seco + recipiente	556.00	632.00	545.00
Peso recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	79.00	103.00	100.00
Peso de suelo seco	556.00	632.00	545.00
Contenido de humedad	14.20	16.30	18.30
Densidad seca	1.55	1.60	1.56

Fuente: Elaboración Propia

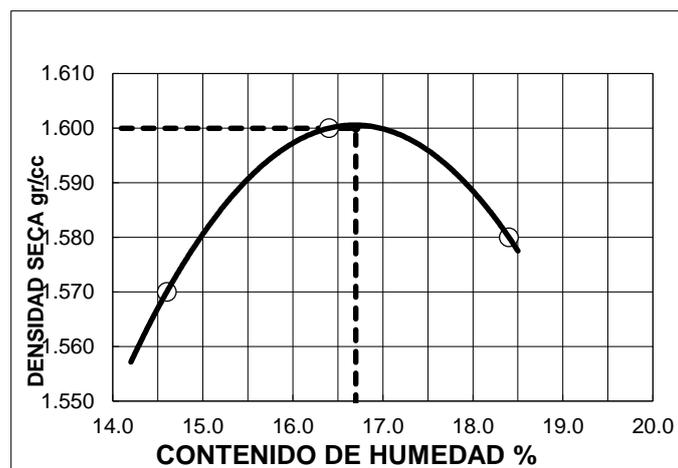


Figura 26. Curva Proctor Modificado (M2,DO)

En el siguiente ensayo de proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas Teniendo como resultado de la dosificación 0000 Lt de CON-AID +0% de cemento, su máxima densidad seca = 1.600 Gr/cm³ y su óptimo Contenido de humedad, 16.5%.

Promedio del Proctor Modificado con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 37. Promedio del Proctor Modificado con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.000lt. Con-aid + 0% de cemento.
Muestra 1	1.60gr/cm ³
Muestra 2	1.60 gr/cm ³
Promedio	1.60 gr/cm³

Fuente. Elaboración Propia

Muestra N°1. Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 38 es la muestra 1, con las respectivas dosificaciones y resultados y en la tabla 39, está la muestra 2, con los siguientes resultados y respectivas dosificaciones.

Tabla 38. Proctor Modificado de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557)

Tabla 39.

Ensayo N°	1	2	3
Determinación de Densidad			
Peso molde + suelo	10,198	10,398	10,368
Peso molde	6,547	6,547	6,547
Peso suelo compactado	3,651	3,851	3,821
Volumen del molde	2,050	2,050	2,050
Densidad húmeda	1.78	1.88	1.86
Determinación De Contenido de Humedad			
Recipiente n°	1	2	3
Suelo húmedo + recipiente	652.00	751.00	669.00
Suelo seco + recipiente	578.00	654.00	573.00
Peso recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	74.00	97.00	96.00
Peso de suelo seco	578.00	654.00	573.00
Contenido de humedad	12.80	14.80	16.80
Densidad seca	1.58	1.64	1.59

Fuente: Elaboración Propia

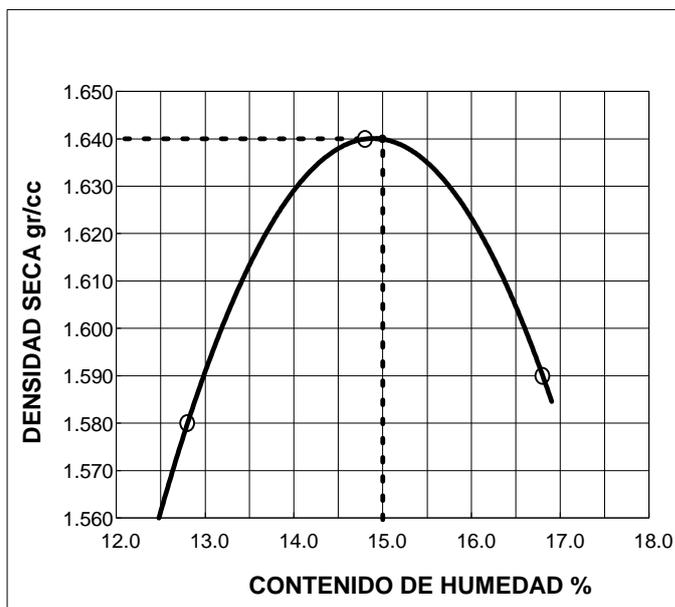


Figura 27. Curva de Proctor modificado (M1,D1)

En el siguiente ensayo de proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas Teniendo como resultado de la dosificación 0000 Lt de CON-AID +0% de cemento, su máxima densidad seca = 1.640 Gr/cm³ y su optimo Contenido de humedad, 15.00%.

Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Tabla 40. Proctor Modificado de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, Proctor Modificado

Ensayo N°	1	2	3
Determinación de Densidad			
Peso molde + suelo	10,198	10,398	10,368
Peso molde	6,547	6,547	6,547
Peso suelo compactado	3,651	3,851	3,821
Volumen del molde	2,050	2,050	2,050
Densidad húmeda	1.78	1.88	1.86
Determinación De Contenido de Humedad			
Recipiente n°	1	2	3
Suelo húmedo + recipiente	652.00	751.00	669.00
Suelo seco + recipiente	578.00	654.00	573.00

Peso recipiente	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	74.00	97.00	96.00
Peso de suelo seco	578.00	654.00	573.00
Contenido de humedad	12.80	14.80	16.80
Densidad seca	1.58	1.64	1.59

Fuente: Elaboración Propia

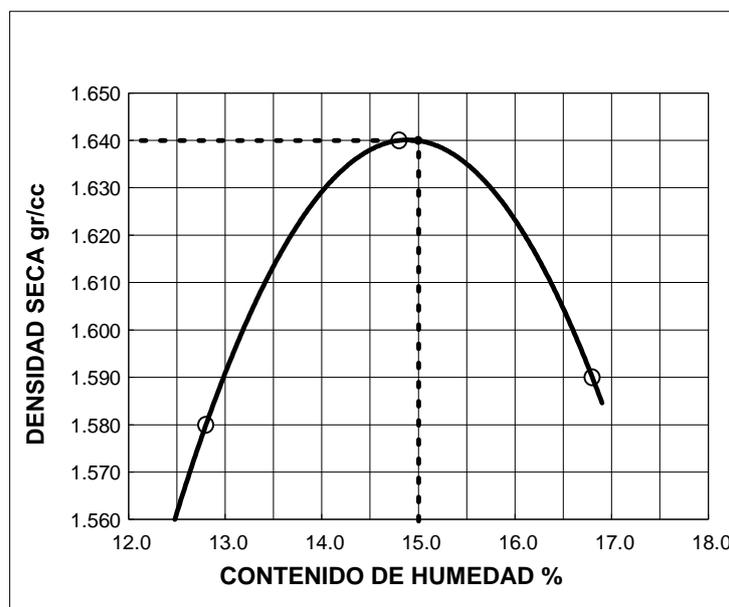


Figura 28. Curva de Proctor modificado (M2,D2)

En el siguiente ensayo de proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas Teniendo como resultado de la dosificación 0008 Lt de CON-AID +8.1% de cemento, su máxima densidad seca = 1.60 Gr/cm³ y su optimo Contenido de humedad, 15.00%.

Promedio del Proctor Modificado con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento

Tabla 41. Promedio Máxima Densidad Seca con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.
Muestra 1	1.64 gr/cm ³
Muestra 2	1.60 gr/cm ³

Promedio	1.62 gr/cm³
-----------------	-------------------------------

Fuente. Elaboración Propia

Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 41 es la muestra 1, con las respectivas dosificaciones y resultados y en la tabla 42, está la muestra 2, con los siguientes resultados y respectivas dosificaciones.

Tabla 42. *Proctor Modificado de la Muestra N°1 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado.*

Ensayo N°	1	2	3
Determinación de Densidad			
peso Molde+Suelo	10,229	10,426	10,392
peso molde	6,547	6,547	6,547
peso suelo compactado	3,682	3,879	3,845
volumen del molde	2,050	2,050	2,050
densidad húmeda	1.80	1.89	1.88
Determinación de Contenido de Humedad			
recipiente n°	1	2	3
suelo húmedo + recipiente	715.00	763.00	753.00
suelo seco + recipiente	640.00	671.00	651.00
peso recipiente	0.00	0.00	0.00
peso de agua	75.00	92.00	102.00
peso de suelo seco	640.00	671.00	651.00
contenido de humedad	11.70	13.70	15.70
densidad seca	1.61	1.66	1.62

Fuente. Elaboración Propia

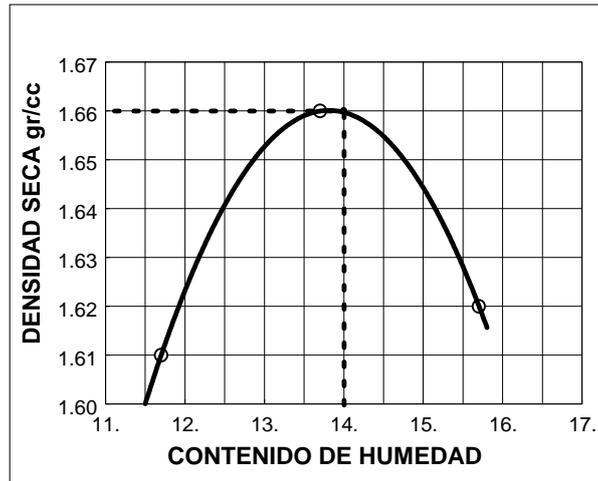


Figura 29. Curva de Proctor Modificado (M1,D2)

En el siguiente ensayo de proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas. Teniendo como resultado de la dosificación 0.008 Lt. CON-AID + 9.1 % de cemento, su máxima densidad seca = 1.660 Gr/cm³ y su óptimo Contenido de humedad, 14.00%.

Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado (ASTM D -1557).

Tabla 43. Proctor Modificado de la Muestra N°2 Dosificación 0.008Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, Proctor Modificado.

Ensayo N°	1	2	3
Determinación De Densidad			
peso molde+suelo	10,229	10,426	10,392
peso molde	6,547	6,547	6,547
peso suelo compactado	3,682	3,879	3,845
volumen del molde	2,050	2,050	2,050
densidad húmeda	1.80	1.89	1.88
Determinación de Contenido de Humedad			
recipiente n°	1	2	3
suelo húmedo + recipiente	715.00	763.00	753.00
suelo seco + recipiente	640.00	671.00	651.00
peso recipiente	0.00	0.00	0.00
peso de agua	75.00	92.00	102.00
peso de suelo seco	640.00	671.00	651.00
contenido de humedad	11.70	13.70	15.70
densidad seca	1.61	1.66	1.62

Fuente. Elaboración Propia

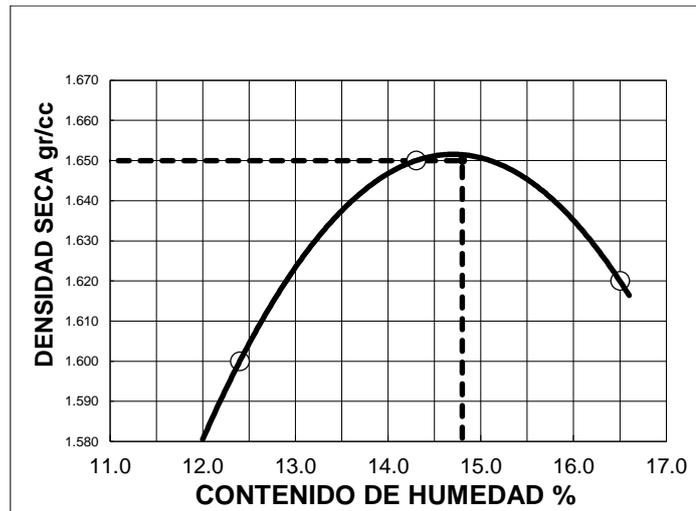


Figura 30. Curva de Proctor Modificado (M2,D2)

Resultados. En el siguiente ensayo de proctor modificado nos determina conocer y entender la máxima densidad seca como también el óptimo contenido de humedad siendo estos dos valores muy importantes que sirven para analizar las propiedades mecánicas Teniendo como resultado de la dosificación 0.008 Lt. CON-AID + 9.1 % de cemento, su máxima densidad seca = 1.650 Gr/cm³ y su óptimo Contenido de humedad, 14.80%.

Promedio del Proctor Modificado con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Tabla 44. Promedio Máxima Densidad Seca con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.008lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	1.66 gr/cm ³
Muestra 2	1.65 gr/cm ³
Promedio	1.66 gr/cm³

Fuente. Elaboración Propia

Ensayo de CBR en Laboratorio.

Análisis de ensayo de valor relativo de soporte (C.B.R.) (ASTM D -1557)

Tabla 45. *Dosificaciones del ensayo de CBR. Muestra 1*

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 1	Dosificación 0.000 Lt. Con- Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. *Dosificaciones del ensayo de CBR. Muestra 2*

	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
Muestra 2	Dosificación 0.000 Lt. Con- Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente: Elaboración Propia

Instrumentos Utilizados.

- ✓ Herramientas y espátulas.
- ✓ Tamiz N°04, $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ "..
- ✓ 01 Prensado de pistón de una probeta, con un anillo de carga adecuado, calibrado a una velocidad media de 1,27 mm / min.
- ✓ 01 Forma de metal de 6 "de diámetro, 7" de alto, equipada con un collar adicional de 2 ", placa perforada de $\frac{3}{8}$ ".
- ✓ 01 disco espaciador metálico de $5 \frac{15}{6}$ " de diámetro exterior y 2.41" de grosor para ser insertado como falso fondo en la forma cilíndrica durante la compactación.
- ✓ 01 Pistón de 4,54 kg con una altura de caída de 457,2 mm.
- ✓ 4.5 Pesas de separación que pesan 4.54 kg con 2 orificios centrales $\frac{1}{8}$ " de diámetro.
- ✓ 01 Pistón penetrante, de metal, sección circular de 49,63 mm de diámetro, área de 19,35 cm², longitud requerida para la penetración, pero no menor de 4".
- ✓ Discos de desplazamiento de al menos 25 mm y pasos de lectura de 0,025 mm.

- ✓ Pozo para inmersión de moldes.
- ✓ Balanza de precisión eléctrica.
- ✓ Estufa de secado capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Bandejas.
- ✓ Taras

Procedimientos.

- Con los 15 kg. Aproximados se realizó el procedimiento del tamizado de la malla de $\frac{3}{4}$ " resultando que el 75% en peso del toda del material pasa esta malla, esta muestra se utilizó para en respectivo ensayo de CBR.



Figura 31. Tamizado de la Muestra del CBR

- Conociendo de manera certera el contenido de humedad óptima para realizar la compactación en cada una de los moldes al lograr encontrar la máxima densidad seca de interés, y al conocer el contenido de humedad natural se añadió agua en una cantidad óptima para llegar alcanzar la humedad óptima.



Figura 32. Incorporación de Humedad Óptima

- Se retira el collarín y se perfila a nivel con la regla ya una vez terminada la compactación del material enseguida poner en la balanza para el pesado del molde con el suelo húmedo



Figura 35. Perfilamiento de la Muestra

- La placa, denominada espaciador, se separa en una rotación de herramienta para acomodar la sobrecarga, como en el caso del análisis de subcapa de 4,45 kg, o se refuerza con un disco de medición, para colocarse en el molde, teniendo en cuenta la placa caña registra la primera lectura y luego se le quita el soporte.
- Se sumergió el molde en un estanque con suficiente agua dejándolo un tiempo de cuatro días esperando que se sature siempre registrado la expansión de cada molde a la misma hora por día sumergido



Figura 36. Curado de la Muestra

- Se sacó de la poza el molde, durante uno 15 a 12 minutos se espera para que drene de manera que se pueda trabajar sin mojarse pase enseguida ponerlo el molde sobre el soporte de carga de la prensa ,el pistón de la penetración ajustarla de manera que de centrado en la muestra.



Figura 37. Retirando el Molde de la poza

- Carga y deformación del dial. La penetración es de 1,27 mm por minuto y la velocidad del pistón La velocidad la controlamos en un cronometro.



Figura 38. Penetración del Molde

- La lectura de presión se registrará después de completar la prueba, se eliminarán las sobrecargas, se recuperará el suelo de prueba y se tomará una muestra para determinar la humedad final.

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 46 es la muestra 1, con las respectivas dosificaciones y resultados y en la tabla 47, está la muestra 2, con los siguientes resultados y respectivas dosificaciones.

Muestra N^a1. Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 47. CBR de la Muestra N^a1 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10486	10308	10121
Peso del molde	gr.	6618	6626	6638
Peso del suelo húmedo	gr.	3868	3682	3483
Volumen del molde	cc.	2077,3	2077,3	2077,3
Densidad Húmeda	gr./cc	1,86	1,77	1,68
Humedad	%	16,30	16,60	16,40
Densidad seca	gr./cc	1,600	1,52	1,44
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo húmedo	gr.	435	612	673
Tarro suelo seco	gr.	374	525	578
Agua	gr.	61	87	95
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	374	525	578
Humedad	%	16,3	16,6	16,4
Promedio de la humedad	%			

Fuente. Elaboración propia en laboratorio

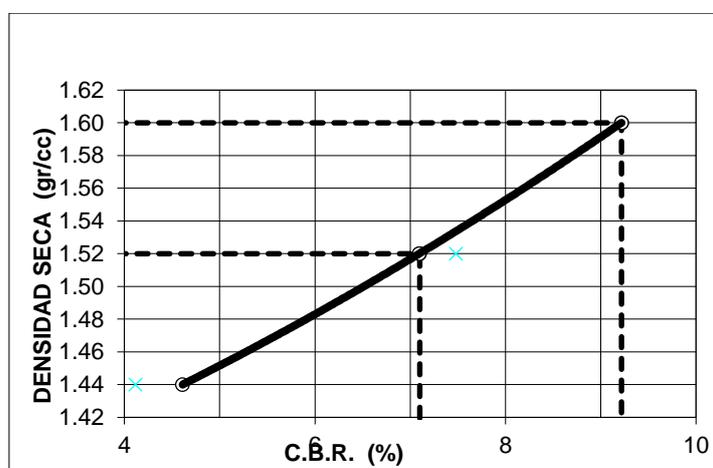


Figura 39. Curva de CBR (M1,DO)

Resultado. El CBR es un ensayo por la cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte. Se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M1,DO) Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento por consecuencia. Se obtiene un C.B.R. el M.D.S. del 100% es 9.2% y M.D.S. de 95% es 7.1%, por lo que se tiene el C.B.R. De nuestra muestra

interpretada de acuerdo con la Tabla 46, este sería un subrasante regular, ya que oscila entre el 6% y el 10%.

Muestra N°2 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.

Tabla 48. C.B.R. de la Muestra N°2 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10486	10308	10121
Peso del molde	gr.	6618	6626	6638
Peso del suelo humedo	gr.	3868	3682	3483
Volúmen del molde	cc.	2077,3	2077,3	2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,86	1,77	1,68
Humedad	%	16,30	16,60	16,40
Densidad seca	gr./cc	1,600	1,52	1,44
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo humedo	gr.	435	612	673
Tarro suelo seco	gr.	374	525	578
Agua	gr.	61	87	95
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	374	525	578
Humedad	%	16,3	16,6	16,4
Promedio de la humedad	%			

Fuente: Elaboración Propia

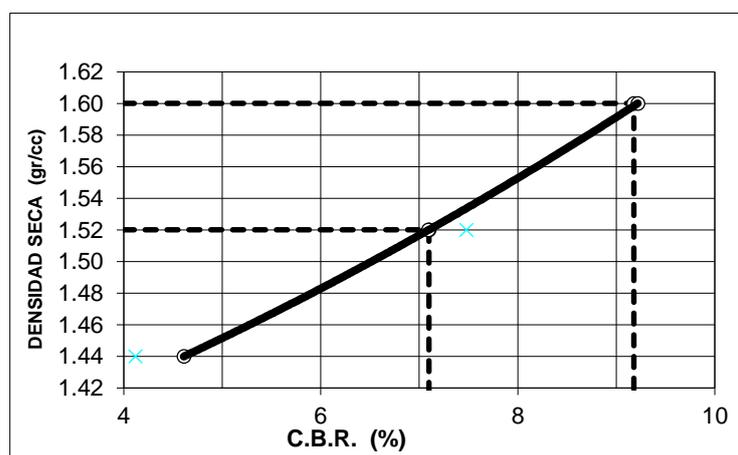


Figura 40. Curva de CBR (M2,DO)

Resultados. El CBR es un ensayo por el cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte y por consecuencia se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M2,DO)

Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento por consecuencia .Se obtiene un CBR de 100% de la M.D.S. es de 9.18% y para un 95% de la M.D.S. es de 7.1%, teniendo así de esta manera que el C.B.R. de muestra interpretado por la tabla, vendría a ser una subrasante regular ya que esta va en el rango de 6% a 10%.

Promedio de CBR con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Tabla 49. Promedio de CBR con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Datos	Dosificación 0
	Dosificación 0.00lt. Con-aid + 0% de cemento.
Muestra 1	9.20%
Muestra 2	9.18%
Promedio	9.2%

Fuente. Elaboración Propia

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 49 es la muestra 1, con las respectivas dosificaciones y resultados y en la tabla 50, está la muestra 2, con los siguientes resultados y respectivas dosificaciones.

Muestra N^o1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Tabla 50. C.B.R de la Muestra N^o1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10546	10336	10173
Peso del molde	gr.	6618	6626	6638
Peso del suelo humedo	gr.	3928	3710	3535
Volúmen del molde	cc.	2077,3	2077,3	2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,89	1,79	1,7
Humedad	%	15,10	15,10	15,00
Densidad seca	gr./cc	1,640	1,56	1,48
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo humedo	gr.	451	634	692
Tarro suelo seco	gr.	392	551	602
Agua	gr.	59	83	90
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	392	551	602
Humedad	%	15,1	15,1	15,0
Promedio de la humedad	%			

Fuente: Elaboración Propia

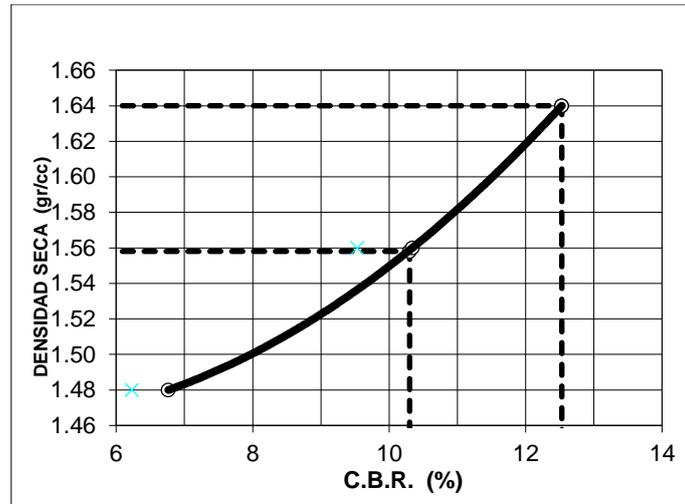


Figura 41. Curva de CBR (M1,D1)

Resultados. El CBR es un ensayo por la cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte. Se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M1,D1) Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento por consecuencia. Un C.B.R. el M.D.S. del 100% es 12.5% y M.D.S. de 95% es 10.3%, por lo que se tiene un C.B.R.

Muestra N^o2. Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Tabla 51. C.B.R.de la Muestra N^o2 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10436	10258	10072
Peso del molde	gr.	6618	6626	6638
Peso del suelo humedo	gr.	3818	3632	3434
Volúmen del molde	cc.	2077,3	2077,3	2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,84	1,75	1,65
Humedad	%	15,10	15,10	15,00
Densidad seca	gr./cc	1,600	1,52	1,43
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo humedo	gr.	451	634	692
Tarro suelo seco	gr.	392	551	602
Agua	gr.	59	83	90
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	392	551	602
Humedad	%	15,1	15,1	15,0
Promedio de la humedad	%			

Fuente: Elaboración Propia

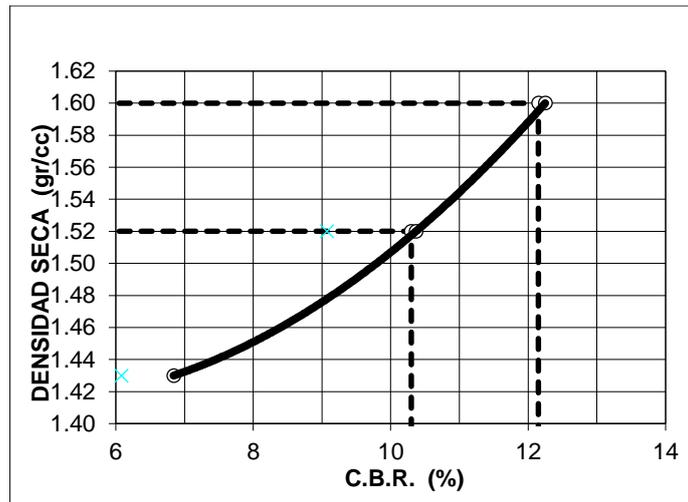


Figura 42. Curva de CBR (M2,D1)

Resultados. El CBR es un ensayo por la cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte y por consecuencia se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M2,D1) Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento. El C.B.R. obtenido de la muestra para un 100% de la M.D.S. es de 12.2% y para un 95% de la M.D.S. es de 10.3%, teniendo así de esta manera que el C.B.R. de nuestra muestra interpretado por la tabla, vendría a ser una subrasante regular ya que esta va en el rango de 6% a 10%.

Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento

Tabla 52. Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.
Muestra 1	12.5
Muestra 2	12.2
Promedio	12.35 %

Fuente. Elaboración Propia

Toma de Datos. Como se observa en la tabla 52. Es la muestra 1, con las respectivas dosificaciones y resultados y en la tabla 53, está la muestra 2, con los siguientes resultados y respectivas dosificaciones.

Muestra N^a1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 53. C.B.R de la Muestra N^a1 Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10551	10345	10192
Peso del molde	gr.	6618	6626	6638
Peso del suelo húmedo	gr.	3933	3719	3554
Volumen del molde	cc.	2077,3	2077,3	2077,3
Densidad Húmeda	gr./cc	1,89	1,79	1,71
Humedad	%	14,00	14,10	14,00
Densidad seca	gr./cc	1,660	1,57	1,50
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo húmedo	gr.	463	662	726
Tarro suelo seco	gr.	406	580	637
Agua	gr.	57	82	89
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	406	580	637
Humedad	%	14,0	14,1	14,0
Promedio de la humedad	%			

Fuente: Elaboración Propia

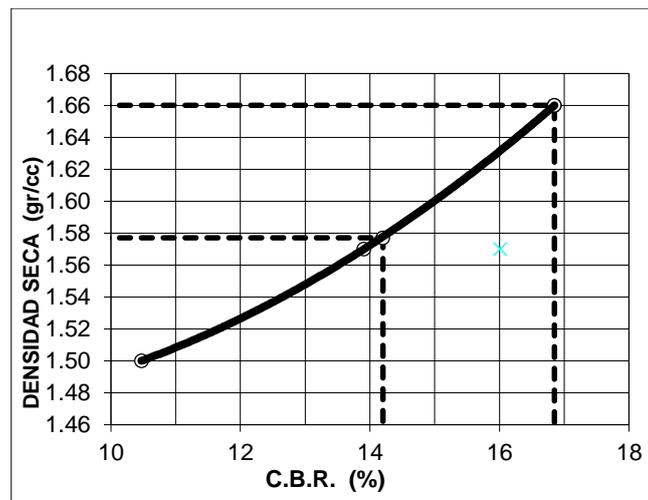


Figura 43. Curva de CBR (M1,D2)

Resultados. El CBR es un ensayo por el cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte. Se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M1,D2) Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento por consecuencia. El C.B.R es para un 100 % de M.D.S. es 16.8% y M.D.S. de 95% es 14.2 %, por lo que se tiene el C.B.R. De nuestra muestra interpretada por la tabla vendría a ser una subrasante buena ya que esta va en el rango de 10% a 20%.

Muestra N² Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.

Tabla 54. C.B.R de la Muestra N² Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de Cemento

Molde N°		4	5	6
Capa N°		5	5	5
Golpes por capa N°		56	25	12
Condición de la muestra		Sin sumergir	Sin sumergir	Sin sumergir
Peso molde + suelo húmedo	gr.	1,650	10338	10171
Peso del molde	gr.	1,650	6626	6638
Peso del suelo húmedo	gr.	1,650	3712	3533
Volumen del molde	cc.	1,650	2077,3	2077,3
Densidad Húmeda	gr./cc	1,650	1,79	1,7
Humedad	%	1,650	14,40	14,80
Densidad seca	gr./cc	1,650	1,56	1,48
Tarro N°		1	2	3
Tarro suelo húmedo	gr.	475	675	762
Tarro suelo seco	gr.	414	590	664
Agua	gr.	61	85	98
Peso del Tarro	gr.	0	0	0
Peso del suelo seco	gr.	414	590	664
Humedad	%	14,7	14,4	14,8
Promedio de la humedad	%			

Fuente: Elaboración Propia

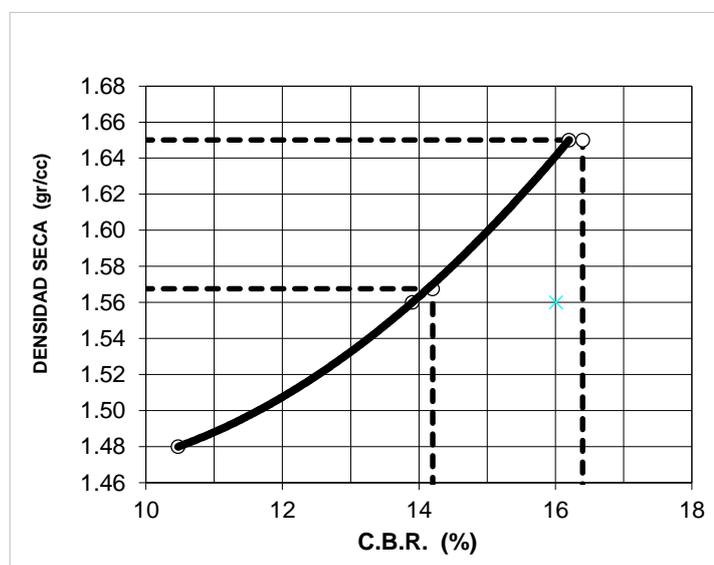


Figura 44. Curva del CBR (M2,D2)

Resultados. El CBR es un ensayo por el cual se procesa para establecer el índice de resistencia del suelo como también la relación de soporte y por consecuencia se realizó el ensayo de CBR a la muestra denominada (M2,D2) Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento por consecuencia. El C.B.R. obtenido de la muestra para un 100% de la M.D.S. es de 16.4% y para un 95% de la M.D.S. es de

14.2%, teniendo así de esta manera que el C.B.R. de nuestra muestra interpretado por la tabla, vendría a ser una subrasante regular ya que esta va en el rango de 6% a 10%.

Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Tabla 55. Promedio del BCR con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	16.8%
Muestra 2	16.4%
Promedio	16.6%

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Compresión Simple

Tabla 56. Compresión Simple de la muestra 1

Influencia de las Temperaturas Bajas en la Resistencia a la Compresión Simple				
Resultados	Temperatura	dosificación 0	dosificación 1	dosificación 2
Muestra 1	(-7 ° C)	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 57. Compresión Simple de la muestra 2

Influencia de las Temperaturas Bajas en la Resistencia a la Compresión Simple				
Resultados	Temperatura	dosificación 0	dosificación 1	dosificación 2
Muestra 2	(-7 ° C)	Dosificación 0.000lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Fuente. Elaboración Propia

Instrumentos

- ✓ Espátula de lápiz
- ✓ 2 vidrios de reloj

- ✓ Cuerda de guitarra
- ✓ Un tubo PVC
- ✓ Moldeadora de rodillo de arcilla
- ✓ Vernier

Procedimiento.

- Tomaron un fragmento de muestra de arcilla guardado, cortado con una cuerda de guitarra.



Figura 45. Muestra de Arcilla

- Colocado en el molde cilíndrico y preformado, cortando el exceso de arcilla



Figura 46. Moldeando en Cilindros.

- Se midieron los diámetros superior, central e inferior



Figura 47. Midiendo las Dimensiones

- Muestras antes de colocar a la compresión simple.



Figura 48. Moldeando en cilindros.

- Colocar las muestras a la congeladora a temperatura de (- 7° C).



Figura 49. Muestra en la Congeladora

- La muestra se tomó y se colocó debajo del anillo de medición en la máquina de compresión entre vidrios planas.



Figura 50. Muestra Puesta en Máquina de Compresión

- Se utilizaron compresión, sincronización de carga y lectura micrométrica.



Figura 51. Lecturación del Ensayo

Toma de Datos. Se observa en la siguiente tabla los datos obtenidos.

Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0 % de cemento.

Tabla 58. Resistencia a la compresión Simple de la muestra N°1 con Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0 % de cemento

Muestra N°1						
N°	Descripción de la Muestra	Ancho (Plg)	largo (Plg)	Área (Plg ²)	carga (Lb)	rotura (lb/plg ²)
1	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3762	235.13
2	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3791	236.94

3	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3762	235.13
				PROMEDIO	3771.67	235.73
Muestra N°2						
4	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3842	240.13
5	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3850	240.63
6	Dosificación 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	3828	239.25
				PROMEDIO		240.00

Fuente. Elaboración propia en laboratorio

El ensayo de resistencia a la compresión simple se le practico a las muestras con dosificación 0.00Lt CON-AID + 0% de cemento y sometida a una temperatura de helada de (-7°C), aplicando una carga promedio de 3771.67 Lb y una lectura promedio de rotura de 235.73 Lb/plg como promedio para la muestra 1. Para la muestra 2 con la misma dosificación e igual temperatura salió 240.00 Lb/plg2 como promedio.

Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Tabla 59. Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.
Muestra 1	235.73Lb/plg ² .
Muestra 2	240.00Lb/plg ² .
Promedio	237.86Lb/plg².

Fuente. Elaboración Propia

Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1 % de cemento

Tabla 60. Resistencia a la compresión Simple de la muestra N°1 con Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1 % de cemento

Muestra N°1

Nº	descripción de la muestra	ancho (plg)	Largo (plg)	area (plg ²)	carga (lb)	rotura (lb/plg ²)
1	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4651	290.69
2	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4642	290.13
3	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4653	290.81
				PROMEDIO	4648.67	290.54
Muestra Nº2						
4	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4654	290.87
5	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4656	290.98
6	Dosificación 0.008 Lt con Aid+8.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4659	291.19
				PROMEDIO		291.01

Fuente. Elaboración propia en laboratorio

El ensayo de resistencia a la compresión simple se le practico a las muestras con dosificación 0.008Lt CON-AID + 9.1% de cemento y sometida a una temperatura de helada de (-7°C), aplicando una carga promedio de 4648.67 Lb y una lectura promedio de rotura de 290.54Lb/plg². como promedio para la muestra 1. Para la muestra 2 con la misma dosificación e igual temperatura salió 291.01Lb/plg² como promedio

Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Tabla 61. Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	290.54Lb/plg ² .
Muestra 2	291.10Lb/plg ² .
Promedio	290.32Lb/plg².

Fuente. Elaboración Propia

Toma de Datos

Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento

Tabla 62. Resistencia a la compresión Simple

Muestra N°1						
N°	Descripción de la Muestra	Ancho (plg)	Largo (plg)	Area (plg²)	Carga (lb)	Rotura (lb/plg²)
1	Dosificación 0.008 Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4881	305.06
2	Dosificación 0.008Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4882	305.13
3	Dosificación 0.008 Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4883	305.21
				PROMEDIO		305.13
Muestra N°2						
4	Dosificación 0.008 Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4802	305.13
5	Dosificación 0.008 Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4803	305.18
6	Dosificación 0.008 Lt con Aid+9.1% de cemento (-7°C)	4.00	4.00	16	4805	305.31
				PROMEDIO		300.20

Fuente. Elaboración propia en laboratorio

El ensayo de resistencia a la compresión simple se le practico a las muestras con dosificación 0.008Lt CON-AID + 9.1% de cemento y sometida a una temperatura de helada de (-7°C), aplicando una carga promedio de 4882 Lb y una lectura promedio de rotura de 305.13Lb/plg^2 como promedio para la muestra 1. Para la muestra 2 con la misma dosificación e igual temperatura salió 300.20 de Lb/plg^2 como promedio

Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Tabla 63. Promedio a la resistencia a la compresión con Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento

Datos	Dosificación
	Dosificación 0.008Lt. Con-Aid + 9.1% de cemento.
Muestra 1	305.13Lb/plg^2 .

Muestra 2	300.20Lb/plg ² .
Promedio	302.66Lb/plg².

Fuente. Elaboración Propia

3.6. Análisis de datos de los resultados de investigación

Según Freixias (2001). Sintetiza el análisis de los datos nos servirá a explorar de modo sistemática la variedad de elementos informativos con los que se cuenta para definir las partes y relacionar los datos investigados entre sí.

De acuerdo a lo inicialmente indicado en esta investigación el método de análisis de datos será utilizado la **estadística descriptiva** por la aplicación de tablas, cuadros, y gráficos que nos permitirán comprobar e interpretar los resultados.

3.7. Aspectos Éticos

Respecto a las consideraciones éticas consideradas en el estudio: Referencia al sistema ISO 690 en las fuentes mencionadas por tratarse de un estudio de ingeniería.

- Se cita toda la información recopilada sobre el tema de investigación según el tipo de fuente bibliográfica.
- La recopilación de datos en el campo se realiza de manera responsable y honesta.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados de datos de los Indicadores de Índice de Plasticidad, Máxima Densidad Seca, índice del CBR, Resistencia a la Compresión Simple.

4.1.1. Indicador 1: Índice de Plasticidad

Tabla 64. Promedio de las Dosificaciones de Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad			
	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
%	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento
Promedios	20,84	16,87	12,44

Fuente: Elaboración Propia

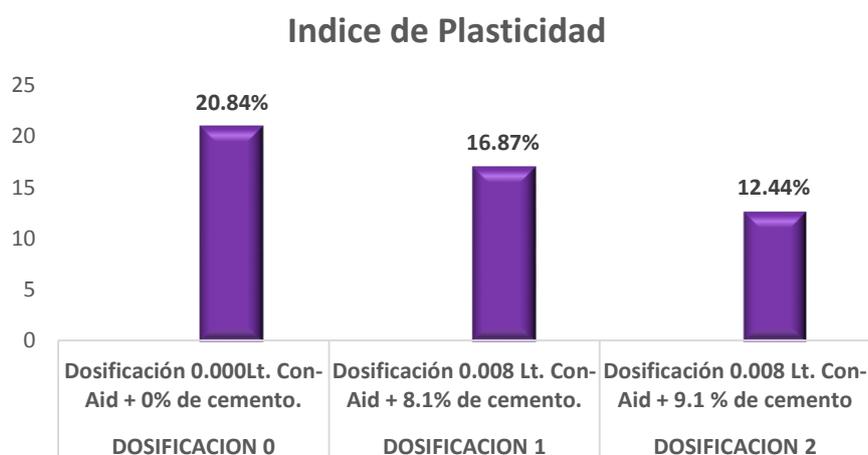


Figura 52. Índice de plasticidad

Interpretación.

En la tabla 64. Se aprecia que los resultados de índice de plasticidad con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llego a tener a 20.84 %, siendo este el valor patrón. Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 8.1 % de cemento, resulta a disminuir el índice de plasticidad a un valor de 16.87 %, al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1 % de cemento, nos dio un valor de 12.44% este valor expresa un índice plástico menor que las anteriores

dosificaciones, Verificando que el uso del aditivo y el cemento disminuyen el índice de plasticidad en 8.4% con respecto al valor patrón según la figura 46 del suelo arcilloso en dicho estudio.

Contrastación de la hipótesis

La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición del aditivo CON - AID y cemento el índice de plasticidad disminuye, por tanto, mejora la consistencia del suelo como subrasante siendo suelo de mediana plasticidad.

4.1.2. Indicador 2: Máxima Densidad Seca

Tabla 65. Promedio de las Dosificaciones de la Densidad Máxima Seca

Densidad Máxima Seca			
gr/cm ³	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
	Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento
Prome- dios	1,60	1,62	1,65

Fuente: Elaboración Propia



Figura 53. Máxima Densidad Seca

Interpretación.

Según la tabla 65. Se puede apreciar que los resultados de máxima densidad seca con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llega a tener la máxima

densidad seca de 1.60 gr/cm^3 . Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 8.1% de cemento, resulta aumentar a un valor de 1.62 gr/cm^3 variando la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento nos dio un valor de 1.65 gr/cm^3 , este valor expresa una máxima densidad seca mayor que las anteriores dosificaciones, hay un incremento de 0.05 gr/cm^3 , con respecto al valor patrón Se deduce que es directamente proporcional a mayor aditivo CON- AID es mayor la máxima densidad seca.

Contrastación de la hipótesis

La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición del aditivo CON - AID y cemento, la máxima densidad seca tiende a aumentar, por lo tanto, mejora la consistencia del suelo arcilloso a nivel subrasante.

4.1.3. Indicador 3: Índice del CBR

Tabla 66. Promedio del índice del CBR

Índice del CBR			
	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
%	Dosificación 0.000lt. Con-aid + 0% de cemento.	Dosificación 0.008 lt. Con-aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 lt. Con-aid + 9.1 % de cemento
Promedios	9,20	12,35	16,60

Fuente: Elaboración Propia

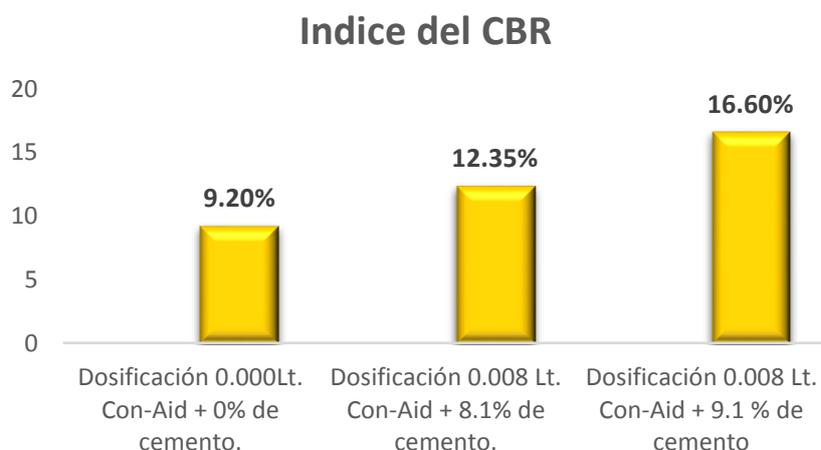


Figura 54. Índice del CBR

Interpretación.

Según la tabla 66. Se puede apreciar que en la presente investigación los resultados del índice de CBR con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llega a tener un índice de CBR de 9.20%, siendo este el valor patrón. Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 8.1 % de cemento, resulta incrementar a un valor de 12.35%, al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento tiene como resultado de 16.60%, este valor es óptimo a comparación de las dosificaciones anteriores el incrementó es de 7.4% respecto al valor patrón. Verificando que el uso del aditivo y el cemento aumentan el índice de CBR del suelo arcilloso en dicho estudio efectuado.

Contrastación de la Hipótesis

La hipótesis se acepta dado que para todas las proporciones de adición del aditivo CON-AID y cemento incrementa el índice de CBR, por lo tanto, mejora la consistencia del suelo arcilloso a nivel Subrasante de la carretera.

Indicador 4: Resistencia a la Compresión Simple

Tabla 67. Promedio de la Compresión Simple.

Compresión Simple				
Lb/plg2	Tempe- ratura	Dosificación 0	Dosificación 1	Dosificación 2
		Dosificación 0.000lt. Con-aid + 0% de ce- mento.	Dosificación 0.008 lt. Con- aid + 8.1% de cemento.	Dosificación 0.008 lt. Con- aid + 9.1 % de cemento
Prome- dios	(-7°C)	237,86	290,82	302,66

Fuente. Elaboración Propia

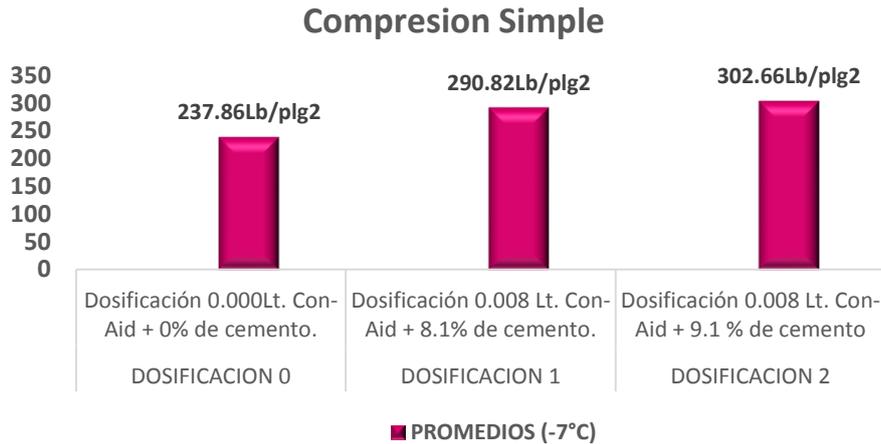


Figura 55. Resistencia a la compresión simple

Interpretación.

En la tabla 67. Se observa que Los resultados de la resistencia a la compresión simple con la dosificación de 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento llega a un valor de $237,86Lb/plg^2$. Agregando la dosificación de 0.008 Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, resulta incrementar a $290.82Lb/plg^2$ y al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento nos dio $302.66Lb/plg^2$, el valor expresa es óptimo a comparación de las dosificaciones anteriores. Todos los ensayos fueron sometidos a una temperatura de helada de (-7°C). Incrementando en $64.80Lb/plg^2$, con respecto al valor patrón Verificando que el uso del aditivo y el cemento aumentan la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso en dicho estudio.

Contrastación de la hipótesis

La hipótesis se acepta dado que la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1 % de cemento aumenta la resistencia a la compresión simple, sometida a temperatura de helada de (-7°C), mejora la consistencia del suelo arcilloso a nivel subrasante.

V. DISCUSIÓN

Indicador 1. Índice de Plasticidad.

El autor (SANCHEZ, 2014) en su tesis. Tuvo los siguientes resultados en el laboratorio la muestra fue estabilizado con el 7% y se logró alcanzar una disminución de un 8.5 % en el límite líquido, y una adición en el límite plástico de 10% y en el índice de plasticidad se logró una merma del 11.5%, obteniendo un porcentaje de la muestra, la significativa disminución en el índice de plasticidad ya no demuestra cambios de gran relevancia en este indicador. Con el 9 % de cemento se alcanzó el menor valor en el índice de plasticidad; este se mermo en un 36% con relación al estado natural. El límite líquido aumenta en un 8% y el Límite de plasticidad crece en un 61%.

En la presente investigación los resultados de índice de plasticidad con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llega a tener, un índice de plasticidad de 20.84 %, Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON - AID + 8.1 % de cemento, resulta a disminuir el índice de plasticidad con un valor de 16.87 %, al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento nos dio un valor de 12.44 % este valor expresa un índice plástico menor que las anteriores dosificaciones. Verificando que el uso del aditivo y el cemento disminuyen el índice de plasticidad del suelo arcilloso en dicho estudio efectuado. Los resultados son relativamente similares en las dos investigaciones, por qué en ambas se reducen el índice de plasticidad, hay una variación de aditivos en caso de la presente investigación con el aditivo CON- AID y en la tesis de autor (SANCHEZ, 2014), el aditivo en este caso es la cal, haciendo resalte que en ambos casos utilizamos como aditivo paralelo al cemento.

Indicador 2: Máxima Densidad Seca

Según (URCIA, 2017), tiene como resultado que el Proctor sin cemento cuyo resultado es de máxima densidad seca de 2.123 gr/cm³ y optimo contenido de humedad de 8.4 % y con el Proctor con cemento se llegó a su fin con una máxima densidad seca de 2.240 gr/cm³ y optimo contenido de humedad de 5.4%. Y asimismo los resultados, con la aplicación de cemento Portland tipo I fueron satisfactorios. En la presente investigación los resultados de máxima densidad seca

con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llega a tener este una máxima densidad seca de 1.60 gr/cm³. Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 8.1 % de cemento, resulta aumentar la máxima densidad seca con un valor de 1.62 gr/cm³, al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1 % de cemento tiene como resultado de un valor 1.65 gr/cm³.

Los resultados son relativamente similares en las dos investigaciones encontrándose el incremento del indicador máxima densidad seca en ambas investigaciones dando hincapié a que la razón es que hay una variación de aditivos en caso de la presente investigación en con el aditivo Con – Aid y el cemento y en la tesis de autor (URCIA, 2017) es de un solo aditivo que es cemento.

Indicador 3: Índice de CBR

Para (BONIFACIO, y otros, 2015) En su tesis lograron excelentes resultados de CBR con porcentajes de 2% para las estabilizaciones con cloruro de calcio y 4% para el cloruro de magnesio. El uso de cemento, si es posible para mejorar el CBR de las canteras tomadas en estudio, llegando a entusiasmar lo que estipula el reglamento, incrementando un porcentaje de 8%- 9% de cemento a las muestras en estudio.

En la presente investigación los resultados del índice de CBR con la dosificación de 0.000Lt. CON – AID + 0% de cemento llega a tener un índice de CBR de 9.2%, siendo este el valor patrón. Al agregar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 8.1 % de cemento, resulta incrementar a un valor de 12.35%, al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento tiene como resultado de 16.6%, este valor es óptimo a comparación de las dosificaciones anteriores. Verificando que el uso del aditivo y el cemento aumentan el índice de CBR del suelo arcilloso en dicho estudio efectuado.

En las dos investigaciones los resultados son relativamente diferentes por que utilizan diferentes aditivos para mejorar el índice del CBR sin embargo en ambas investigaciones si hay un incremento de CBR. En caso de la presente investigación es con el aditivo CON - AID y el cemento y en el caso de la tesis de autor (Bonifacio Vergara & Sanchez Bernilla, 2015) los aditivos son cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento.

Indicador 4: Resistencia a la compresión simple

Según (ROTHAMEL, 2021) tiene como resultados el desarrollo de fuerza en ambiente frío, las muestras estabilizadas con Petrit T revelan una disminución de la resistencia luego de los ciclos de congelación y descongelación en escenarios de laboratorio: el UCS es tan bajo como 30 kPa respecto a 80 kPa para muestras de arcilla, y 30 kPa a 50 kPa para muestras de limo.

Los resultados de la resistencia a la compresión simple con la dosificación de 0.000Lt. CON-AID + 0% de cemento llega a un valor de 237.86Lb/plg^2 . Agregando la dosificación de 0.008 Lt. CON-AID + 8.1% de cemento, resulta incrementar a 290.82Lb/plg^2 y al variar la dosificación de 0.008 Lt. CON- AID + 9.1% de cemento nos dio 302.66Lb/plg^2 , el valor expresado es óptimo a comparación de las dosificaciones anteriores. Todos los ensayos fueron sometidos a una temperatura de helada de (-7°C) . Verificando que el uso del aditivo y el cemento aumentan la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso en dicho estudio.

Los resultados son diferentes porque utilizan diferentes aditivos para mejorar la resistencia a la compresión simple en temperaturas de helada, y también los valores obtenidos en ambas investigaciones son muy distantes entre sí. También (Rothhamel, 2021) hace ensayos en procesos de descongelamiento.

VI. CONCLUSIONES

Con respecto de todos los ensayos realizados la dosificación que mejor resultado nos dio es 0.008 Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, porque mejoro la propiedades físicas, disminuyendo el índice de plasticidad en 8.4%, incrementa el valor de máxima densidad seca en 0.055 gr/cm³ y en las propiedades mecánicas aumenta el valor de CBR en 7.4% asimismo aumentando la resistencia a la compresión simple del suelo sometida a una temperatura de helada de (-7°C) en una proporción de 64.80 lb/plg².con relación del valor patrón influyendo de manera notable y significativamente en la mejora de la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.

En la investigación encontramos la mejora del índice de plasticidad de la carretera vecinal alcanzando esta con la dosificación de 0.008 Lt. CON - AID + 9.1 % de cemento que presenta una merma en 8.4% de índice de plasticidad con respecto la dosificación patrón según la figura 52, se puede decir que esta dosificación interviene en tener una mejora en las propiedades del suelo arcilloso de tipo CL a nivel de subrasante

En la investigación encontramos la mejora de la máxima densidad seca de la carretera vecinal alcanzando esta con la dosificación de 0.008 Lt. CON - AID + 9.1 % de cemento que presenta un incremento de 0.05gr/cm³ de densidad seca con respecto al valor patrón según la figura 53, se puede decir que esta dosificación interviene en tener una mejora en las propiedades físicas del suelo arcilloso de tipo CL a nivel de subrasante, lo que nos facilitó en este ensayo fue la amplia guía del tema tratado.

En la investigación encontramos la mejora del índice de CBR de la carretera vecinal alcanzando esta con la dosificación de 0.008 Lt. CON - AID + 9.1 % de cemento que presenta un incremento 7.4% de índice de CBR con respecto al valor patrón según la figura 54, se puede decir que esta dosificación interviene en tener una mejora en las propiedades del suelo arcilloso de tipo CL a nivel de subrasante. Lo que nos ayudó en el ensayo realizado fue la disponibilidad y lo simple de lo manipulable de los aditivos utilizados.

En la investigación encontramos una dosificación óptima para solucionar la resistencia a la compresión simple expuesta a helada de (-7 °C) que afectan el suelo arcilloso de tipo CL a nivel subrasante. La dosificación sugerida es de 0.008 Lt. CON-AID + 9.1% de cemento, porque que incrementa en 64.80lb/plg² con respecto al valor patrón mejorando resistencia a la compresión simple en temperaturas de (- 7°C). Según la figura 55, del mismo modo se puede decir que es una técnica relativamente práctica.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda en relación del índice de plasticidad que los pesos de los materiales sean los más precisos y exactos posibles, ya que, la cantidad de aditivos también son de medición exacta para no cometer errores de precisión.

Se recomienda en relación de la máxima densidad seca efectuar los ensayos con los instrumentos bien calibrados para poder obtener mejor máxima densidad seca.

Se recomienda en relación al índice de CBR que el ensayo se realice de manera cuidadosa y siguiendo el manual de MTC.

Se recomienda que la prueba sometida a temperatura de -7°C con dosificaciones de CON - AID y cemento se realice de manera inmediata el ensayo sacada de la congeladora.

Se recomienda realizar investigaciones sobre el tema de heladas que afectan las estructuras de carreteras en la región Puno, por tener un clima habitual con temperaturas de -0°C especialmente en suelos de baja estabilidad como en suelo arcillosos de tipo CL.

REFERENCIAS

1. ALARCON, Constantino. Atlas de Heladas del Peru. [En línea] 2010. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/359>.
2. ALARCON, J., JIMENEZ, M. y BENITEZ, R. Estabilizacion de Suelos Mediante el Uso de Lodos Aceitoso. 2020, Vol. 35, 1.
3. ALLAN, Jones.. Australia : s.n., 2018, Guide to Paviment Technology Part 8: Paviment Construction.
4. AVILEZ, Jose, BAZALAR , Yanina y AZAÑEDO, Diego. Perú, Cambio Climático y Enfermedades no Trasmisibles: ¿dónde estamos y a dónde vamos? Lima : s.n., 2016. págs. 143 - 148. Vol. 33. ISSN: 1726-4642.
5. BONIFACIO, Werner Mainel y SANCHEZ BERNILLA, Junior Arquimedes. Estabilización Química en Carreteras no Pavimentadas Usando Cloruro de Magnesio, Cloruro de Calcio y Cemento en la Región Lambayeque. Tesis (ingeniero civil), Lambayeque, Facultad de Ingenieria, Arquitectura y Urbanismo - Universidad Señor de Sipan, 2015.
6. CARDENAS, Diego Antonio. Mejoramiento de la Base Granular Adicionando Estabilizador Químico CON—AID CBR Plus en Carretera Juliaca-Limite Bolivia. Km 210+750 - 263+000. Departamento de Puno. Tesis de Grado (Ingenierio Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo - Escuela Profesional de Ingenieria Civil, 2018.
7. CARVALHO, M.,[et al.]. Evaluation Over Time of the Mechanical Properties of Soilcement Blocks Used in Semi-Permeable Pavements. Brasil : Universidad de Católica do Salvador, Salvador. BRAZIL, 2016. págs. 61 - 70. Vol. 31.
8. CHOQUE, Hector Martin. Evaluacion de Aditivos Quimicos en la Eficiencia de la Conservacion de Superficies de Rodadura en Carreteras no Pavimentadas.tesis para optar (Ingeniero Civil) Lima: Universidad Nacional de Ingenieria, Facultad de Ingenieria Civil - 2012.

9. CRESPO Villalaz, Carlos. Mecanica de Suelos y Cimentaciones. Mexico, 2004. ISBN 968 18 6489 1.
10. DAUD, Nick. The important Aspects of Subgrade Stabilization For Road Construction. Materials Science and Engineering 512. Department of Civil Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, 2019.p.
11. de SOLMINIHAC T., Hernan, ECHEVERRIA G., Gerardo y THENOUX Z., Guillermo. Estabilizacion Quimica de Suelos: Aplicaciones en la Construccion de Estructuras de Pavimentos.
12. DEEPAK, Tiwari y MANOJ, Sharma. A Review Of Innovative Rural Road Construction Techniques. s.l. : Civil Engineering IPS- CTM, 2016. Vol. 3. ISSN 2393 8374.
13. FIRMANA, Yulian, EKA, Augustina y ANDHI, Francius. The Role of Additives in Soil - Cement Subjected to Wetting - Drying Cycles. Infrastructures - MDPI. 2021, Vol. 6, 48.
14. FLORES, Jorge Adrian. Infraestructura Carretera: Construcción, Financiamiento y Resistencia en México y América Latina. 2015, 13, págs. 122 -148.
15. FREIXIAS, Maria del Rosario. Investigacion Social II. 2001.
16. GARCIA TORO, Jonatan Rodrigo. Estudio de la Técnica de Suelo-Cemento para la Estabilización de Vías Terciarias en Colombia que Posean un Alto Contenido de Caolin. tesis para optar (Ingeniero Civil) Bogota : Universidad Catolica de Colombia, 2019.
17. GARZON, Julio, GARRIDO, Maria Elvira y HIDALGO, Carlos. Clasificacion de un Suelo segun SUCS. [En línea] 2017. <http://Labmatlab.upvnet.up.es/eslabon/SUSCS.clasificacion/>.
18. GOLFIN, Kenneth Alejandro. Mejoramiento del Desempeño en la Estabilizacion de Suelos de Subrasantes con Cemento Hidraulico en Vias no Pavimentadas". Grado de Licenciatura Cartago : Ingenieria y Construccion - Instituto Tecnologico de Costa Rica Escuela, 2019.

19. HEITZER, Christian Andres. Efectos de Mezclas de Cloruros en la Humedad de Caminos no Pavimentados. Tesis para optar (Ingeniero Civil). Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria, Departamento de Obras Civiles 2017.
20. HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BATISTA Lucio, Maria del Pilar. Metodologia de la Investigacion. Mexico D.F : Mc Graw Hill, 2014. ISBN 978 1 4562 2396 0.
21. JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. 1973. Mecanica de Suelos. D. F. Mexico : Limusa, 1973. ISBN 10 0878490728.
22. KOUTSOYIANNIS, Demetris. Rethinking Climate, Climate Change, and Their Relationship With Water. [En línea] 2021. <https://doi.org/10.3390/w13060849>.
23. LIM, S. M. y WIJEYESEKERA, D. C. Critical Review of Innovative Soil Road. 2014, Vol. 3 Issue, 5.
24. LLANO, Eliana, RIOS, Diana y RESTREPO, Gloria. Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Medellin - Colombia : Instituto Tecnológico Metropolitano. Revista. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad 2020. págs. 185 - 199. Vol. 23. ISSN 0123 7799.
25. MAMANI TOMA, Juan Luis y CALLATA CALLATA, Lener Yonathan. Influencia del Aceite Sulfonado Y Cloruro de Calcio en la Conformacion de Base Granular a Estado de Congelamiento de las Carreteras Afirmadas. tesis de grado (Ingeniero Civil). Puno : Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ingenieria Civil y Arquitectura, 2020.
26. MENDOZA, J M, OJEDA, Farias y BALTAZAR, M A. 2018. Influencia de la Inclusion de cenizas de Bagazo de Caña de Azucar en la Compactacion , CBR y Resistencia a La Compresion Ilimitada de un Material Granular de Subrasante. Mexico : Revista Alconpat, 2018. ISSN 2007 6835..
27. MTC. 2013. Manual de Carreteras Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos. Lima : s.n., 2013.

28. NAAGESH, Sureka, SATHYAMURTHY, R. y SUDHANVA, S. Laboratory Studies on Strength and Bearing Capacity of OSB - Soil Subgrade Composites. 2013, Vol. 2, 2, p. 245 -254.
29. OAD, Pardeep, KAJEWSKI, Stephen y KUMAR, Arun. Innovation in Road Construction Industry : An Analysis of Different Case Studies. Doha : CIC 2020.
30. OYOLA , Romer Daniel. Determinacion de la Resistencia a la Penetracion de un Suelo Cohesivo en Diferentes Condiciones de Hidratacion y Compactacion. Cuba : Revista .Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingenieria de Matanzas, 2016. p. 1 -10. Vol. 10. ISSN: 1990-8830.
31. PALELLA Stracuzzi, Santa y MARTINS Pestana. Metodologia de Investigacion Cuantitativa. Caracas : Revista. Fedupel, 2012. pág. 164. ISBN - 980 273 445 4.
32. PAREDES, Gabriela, HERRRERA, Rodrigo F. y GOMEZ, Miguel A. 2019. Indicadores de Sustentabilidad para la Toma de Decisiones en Proyectos de Caminos Basicos. 2019, págs. 38 - 48.
33. PARI QUISPE, Gerardo William. 2019. Evaluación de Factores que Influyen el Grado de Compactacion en los Procesos Constructivos de Carreteras en Zonas Frigidas de la Region Puno. Juliaca : Escuela de posgrado - Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, 2019. Tesis de Grado.
34. RIVINES Merino, Maria Alrejanra. 2010. Pruebas con un Producto Enzimatico como agente estabilizador de Suelos Para Carreteras. Universidad de Piura. Piura : s.n., 2010. Tesis de Grado.
35. RODRIGUEZ, Mario A y HIDALGO, Cesar A. 2005. Comportamiento de Suelos Residuales de Diorita Estabilizados con Cal y su Evolucion en el Tiempo. Medellin. s.l. : Universidad de Medellín, 2005. SSN: 1692 324..
36. ROTHAMEL, Mirja. Stabilization of fine-grained soils n cold environment and exposed to seasonal frost. Lulea : Luleå University of Technology - Department of Civil, Environmental and, 2021. Doctoral thesis. 978-91-7790-833-3.

37. SANCHEZ, Maria Angelica. Estabilizacion de Suelos Expansivos con Cal y Cemento en el Sector Calcical del Canton Tosagua Provincia de Manabi. Tesis (Ingeniero Civil) Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador- Facultad de Ingenieria y Escuela Civil, 2014.
38. QUISPE Salazar, Emily M.. SENAMHI. Boletin Regional De Puno. Boletin Regional de Puno., 2021, págs. 1 -17.
39. TAM Malaga, Jorge, VERA, Giovana y OLIVEROS Ramos, Ricardo. Tipos, Metodos y Estrategias de investigacion Cientifica. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2008. Revista Escuela de Posgrado. págs. 145 - 154.
40. TAMAYO, Mario. El Proceso de Investigacion Cientifica. Mexico , España : Limusa S.A Grupo Noriega Editores, 2003. ISBN 968 18 5872 7.
41. TIWARI, Arsh y NAGAR, Shashwat. Innovative Technologies for Construction of Rural Road Pavements using Local. Blue Eyes Intelligence. s.l. : Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences , 2020. Vol. 9. ISSN 2249 8958.
42. URCIA, Francisco Ricardo. Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017. Tesis de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo. Lima : Escuela profesional de Ingenieria Civil, 2017.
43. VENTURA, Cairo Venjamin y ALARCON MEZTANZA, Adilio Luis. Suelos Arcillosos Mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la Estabilización de la Subrasante, Camino Vecinal Ruta PA-701, Pasco. Tesis de grado (ingeniero Civil). Lima Universidad Cesar Vallejo - Escuela Profesional de Ingenieria Civil, 2018.
44. WESTREICHER, Guillermo. Poblacion Objetivo. [En línea] 12 de Marzo de 2021. <https://economipedia.com/definiciones/poblacion-objetivo.html>.
45. WU, Q. U., CHENG, G. D. y MA, W. Technical approaches on permafrost thermal stability for Qinghai--Tibet Railway. Gansu : Environmental and

- Engineering - Research Institute, Chinese Academy of Sciences, 2006. ISSN; 119 127.
46. XIE, Yujian. Construction Technology For Pavement And Subgrade of Settlement Road and Bridge. Linyi SHANDONG : Civil engineering & Architecture School Linyi University, 2016. ISSN 276005.
 47. YANG, Zhongping, [et al.]. Influence of Freeze–Thaw Cycles and Binder Dosage on the Engineering Properties of Compound Solidified/Stabilized Lead-Contaminated Soils. China : Chongqing University, 2020.
 48. YARBASI, Necmi y KALKAN, Ekrem. Modification of the geotechnical properties, as influenced by freeze–thaw, of granular soils with waste additives. Elsevier, 2006, Vol. 48, 44 -54.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título: Estabilidad del Suelo Arcilloso a Nivel Subrasante con Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada de la Carretera Vecinal, Llalli – Puno 2021.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿En qué medida mejora la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?.	Determinar en qué medida mejora la estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.	La estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante mejora con adición de Componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.	Variable Independiente: Adición de Componentes Químicos y Expuesto a helada	D1: Componentes Químicos	I1: Dosificación 0.000 Lt. Con-Aid + 0% de cemento. I2: Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1 % de cemento I3: Dosificación 0.008 Lt Con-Aid + 9.1 % de cemento
				D2: Expuesto a Helada	I4: -7C°
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS			
<p>¿En qué medida mejora el índice de plasticidad del suelo arcilloso a nivel Subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?</p> <p>¿En qué medida mejora la máxima densidad seca del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?</p> <p>En qué medida mejora el índice del CBR del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>¿En qué medida mejora la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021?</p>	<p>Determinar en qué medida mejora el índice de plasticidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>Determinar en qué medida mejora la máxima densidad seca del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>Analizar en qué medida mejora el índice del CBR del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>Evaluar en qué medida mejora la resistencia a la compresión simple del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p>	<p>El índice de plasticidad mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>La máxima densidad seca mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>El índice del CBR mejora del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p> <p>La resistencia a la compresión simple mejora el suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecinal Llalli - Puno 2021.</p>	Variable Dependiente: Estabilidad de Suelo Arcilloso a nivel Subrasante de la Carretera Vecinal	D1: Características Físicas	<ul style="list-style-type: none"> Índice de plasticidad la máxima densidad seca
				D2: Característica Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> Índice del CBR la resistencia a la compresión simple

Anexo 2. Matriz de Operacionalización

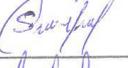
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION DE OPERACIONALIDAD	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA INSTRUMENTO
Adición de Componentes Químicos y Expuesto a helada	<p>La adición de estabilizantes normalmente se utilizan cemento, cal, asfalto, cemento portland, entre otros.</p> <p>Mediante esta innovación de ajuste, se intenta crear una respuesta química entre el suelo y el estabilizante generador para lograr la alteración de las propiedades del suelo. (p.15) Según Ravines ,2016:</p> <p>Expuesto a heladas, se refiere cuando se produce una helada cuando la temperatura ambiente desciende a 0 C° o menos. (ALARCON, 2010)</p>	<p>Con la muestra procedente del tramo de la investigación se realizó los ensayos en laboratorio donde se adicione porcentajes (%) de cemento y una cantidad en litros del aditivo CON-AID a fin de mejorar las propiedades físicas mecánica sometida a clima de helada.</p> <p>La condición de helada se está representado con una la aplicación de una disminución de la temperatura hasta menos 7 en los distintos diseños , este etapa experimental se simulara con la ayuda de un congelador controlando la temperatura</p>	Componentes Químicos	Dosificación 0.000 ltr deCON-AID, + 0 % de cemento	Razón
				Dosificación 0.008 Lt de CON-AID, + 8.5 % de cemento	
				Dosificación 0.008 Lt CON-AID + 9.1 % de cemento.	
			Exposición a helada	-7C°	Razón
Estabilidad de Suelo Arcilloso a nivel Subrasante de la carretera Vecinal	<p>La estabilización de suelos se define como mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo arcilloso a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos según (LIM, y otros, 2014).</p>	<p>Evaluar la estabilidad las muestras anteriormente laboradas se someterá a ensayos de las propiedades físicas y propiedades mecánicas que permita evaluar la estabilidad</p> <p>Estos ensayos son índices de plasticidad, máxima densidad seca, índice de CBR y compresión simple</p>	Características Físicas	Índice de plasticidad la máxima densidad seca	Razón
			Características Mecánicas	Índice del CBR la resistencia a la compresión simple	Razón

Fuente. Elaboración Propia

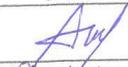
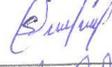
Anexo 3. Ficha técnica de la dimensión Índice de Plasticidad

 FICHA TECNICA		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Nº1		
INDICE DE PLASTICIDAD						
Título:	"Estabilidad del Suelo Arcilloso a Nivel Subrasante con Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada de la Carretera Vecinal, Llalli - Puno 2021"					
Autor:	Eder Percy Chalco Zarate					
Fecha :	16/07/2021					
I.- INFORMACION GENERAL						
Ubicación:	Ticarjani - Puca Cacca			Region:	Puno	
Distrito:	Llalli	Provincia	Melgar	Departamento:	Puno	
2.- DESCRIPCION						
I D P	DATOS	DOSIFICACION 0 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	DOSIFICACION 1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	DOSIFICACION 2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento	CLASIFICACION DE SUELO	
	Muestra 1	20.87	16.85	12.41		CL
	Muestra 2	20.80	16.89	12.47		CL
	Promedio	20.84	16.87	12.44		
3.- VALIDACION						
	Experto	CIP	Firma	Nota (0 -1)		
1	Alfredo Alarcon A.	81732		0.81		
2	SIMON FRISANCHO MAMANI	74148		0.89		
3	William H. Ruelas Gómez	190525		0.85		
Valor de validez obtenido		Interpretacion		Interpretacion del promedio de validez obtenida Buena		
De 0 a 0.60		Inaceptable				
Mayor a 0.00 y menor oigual a 0.70		Deficiente				
Mayor a 0.70 y menor oigual a 0.80		aceptable				
Mayor a 0.80 y menor oigual a 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				

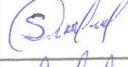
Anexo 4. Ficha técnica de la dimensión de Máxima densidad Seca

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	FICHA TECNICA			FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	N°2	
	MAXIMA DENSIDAD SECA					
Título:	"Estabilidad del Suelo Arcilloso a Nivel Subrasante con Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada de la Carretera Vecinal, Llalli - Puno 2021".					
Autor:	Eder Percy Chalco Zarate					
Fecha :	16/07/2021					
1.- INFORMACION GENERAL						
Ubicació	Ticarjani - Puca Cacca			Region:	Puno	
Distríto:	Llalli	Provincia	Melgar	Departamento:	Puno	
2.- DESCRIPCION						
P R O C E S O	DATOS	DOSIFICACION 0 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	DOSIFICACION 1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	DOSIFICACION 2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento	CLASIFICACION DE SUELO	
	Muestra 1	1.60 g/cm ³	1.64 g/cm ³	1.66 g/cm ³		CL
	Muestra 2	1.60 g/cm ³	1.60 g/cm ³	1.65 g/cm ³		CL
	Promedio	1.60 g/cm ³	1.62 g/cm ³	1.65 g/cm ³		
3.- VALIDACION						
	Experto	CIP	Firma	Nota (0-1)		
1	Alfredo Alarcón A.	81732		0.81		
2	SIMON FRISANCHO MAMANI	74148		0.88		
3	William H. Ruelas Gómez	190525		0.84		
	Valor de validez obtenido	Interpretacion		Interpretacion del promedio de validez obtenida	BUENA	
	De 0 a 0.60	Inaceptable				
	Mayor a 0.60 y menor o igual a 0.70	Deficiente				
	Mayor a 0.70 y menor o igual a 0.80	aceptable				
	Mayor a 0.80 y menor o igual a 0.90	Buena				
	Mayor a 0.90	Excelente				

Anexo 5. Ficha técnica de la dimensión del Índice del CBR

		FICHA TECNICA INDICE DEL CBR			FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Nº3
Título:	"Estabilidad del Suelo Arcilloso a Nivel Subrasante con Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada de la Carretera Vecinal, Llalli - Puno 2021".				
Autor:	Eder Percy Chalco Zarate				
Fecha :	16/07/2021				
1.- INFORMACION GENERAL					
Ubicación:	Ticarjani - Puca Cacca			Region:	Puno
Distrito:	Llalli	Provincia	Melgar	Departamento:	Puno
2.- DESCRIPCION					
C B R	DATOS	DOSIFICACION 0 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	DOSIFICACION 1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	DOSIFICACION 2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento	CLASIFICACION DE SUELO
	Muestra 1	9.20%	12.50 %	16.8%	CL
	Muestra 2	9.18%	12.20 %	16.4%	CL
	Promedio	9.2 %	12.35 %	16.6%	
3.- VALIDACION					
	Experto	CIP	Firma	Nota (0-1)	
1	Alfredo Alarcon A.	81732		0.81	
2	SIMON FRISANCHO MAMANI	74148		0.89	
3	William H. Ruelas Gomez	190525		0.85	
Valor de validez obtenido		Interpretacion		Interpretacion del promedio de validez obtenida Buena	
De 0 a 0.60		Inaceptable			
Mayor a 0.60 y menor o igual a 0.70		Deficiente			
Mayor a 0.70 y menor o igual a 0.80		aceptable			
Mayor a 0.80 y menor o igual a 0.90		Buena			
Mayor a 0.90		Excelente			

Anexo 6. Ficha técnica de la dimensión de Resistencia a la Compresión Simple

		FICHA TECNICA			FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL.	N°4
		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE				
Título:		"Estabilidad del Suelo Arcilloso a Nivel Subrasante con Adición de Componentes Químicos y Expuesto a Helada, de la Carretera Vecinal, Llalli - Puno 2021".				
Autor:		Eder Percy Chalco Zarate				
Fecha :		16/07/2021				
1.- INFORMACION GENERAL						
Ubicación: Ticarjani - Puca Cacca				Region:	Puno	
Distrito: Llalli	Provincia	Melgar	Departamento:		Puno	
2.- DESCRIPCION						
RELACION SIMPLICITATE AN	DATOS	DOSIFICACION 0 Dosificación 0.000Lt. Con-Aid + 0% de cemento.	DOSIFICACION 1 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 8.1% de cemento.	DOSIFICACION 2 Dosificación 0.008 Lt. Con-Aid + 9.1 % de cemento	TEMPERATURA	
	Muestra 1	235.73 lb/plg ²	290.54 lb/plg ²	305.13 lb/plg ²	(-7C°)	
	Muestra 2	240.00 lb/plg ²	291.10 lb/plg ²	300.20 lb/plg ²	(-7C°)	
	Promedio	237.86 lb/plg ²	290.82 lb/plg ²	302.66 lb/plg ²	(-7C°)	
3.- VALIDACION						
	Experto	CIP	Firma	Nota (0 -1)		
1	Alfredo Alarcon A.	81732		0.81		
2	SIMON FRISANCHO MAHANI	74148		0.89		
3	William H. Ruelas Gómez	190525		0.85		
Valor de validez obtenido		Interpretacion		Interpretacion del promedio de validez obtenida Buena		
De 0 a 0.60		Inaceptable				
Mayor a 0.00 y menor o igual a 0.70		Deficiente				
Mayor a 0.70 y menor o igual a 0.80		aceptable				
Mayor a 0.80 y menor o igual a 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				

Anexo 7. Certificado de calibración del Equipo CBR-MARSHALL



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-243-2021

Pág. 3 de 3

CLASIFICACION DE MAQUINA DE ENSAYOS CBR - MARSHALL
 Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	5 000	kgf			
Error de exactitud	-0,66	%	Error de cero	0	
Error de repetibilidad	0,20	%	Error por accesorio	0	%
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0,01	En el 20%

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC - ISO 7500-1 la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST E.I.R.L. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y la SNM INDECOPI.

OBSERVACIONES

1. Los cartos de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses. (ISO 7500-1).
3. En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Azenjo G.



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción.

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Calle Aristides Sologuren 484 Dpto., 102 Urb. Valle Sol - Los Olivos www.metrotestari.com metrotestjuliaca@hotmail.com veritas@metrotestari.com

Anexo 8. Certificado de calibración de Máquina para Ensayos de Concreto



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-243-2021

Pág. 2 de 3

Método de calibración **FUERZA INDICADA CONSTANTE**

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA 049 kN Resolución 0.001 kN Dirección de la carga Ascendente
 5.000 kgf 0,1 kgf Factor de conversión 0.0295 kN/kgf

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.93	4.93	No aplica	4.94	No aplica
20	9.81	1 000	9.83	9.83	No aplica	9.85	No aplica
30	14.71	1 500	14.74	14.74	No aplica	14.74	No aplica
40	19.61	2 000	19.61	19.61	No aplica	19.62	No aplica
50	24.52	2 500	24.50	24.50	No aplica	24.49	No aplica
60	29.42	3 000	29.40	29.39	No aplica	29.39	No aplica
70	34.32	3 500	34.29	34.28	No aplica	34.28	No aplica
80	39.23	4 000	39.19	39.18	No aplica	39.18	No aplica
90	44.13	4 500	44.08	44.07	No aplica	44.06	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA 049.03 kN Incertidumbre del patrón ± 0.096 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	a (%)
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	
10	4.90	500	-0.66	0.20	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.27	0.20	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.20	0.00	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	0.00	0.03	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.09	0.04	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.09	0.03	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.10	0.03	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.12	0.03	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.13	0.04	No aplica	No aplica	0.00
Error de cero fo (%)			0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx (0) = 0.00

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Bestiario, Construcción y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE METROTEST E.I.R.L

Anexo 9. Certificado de calibración para ensayos de concreto

ca



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-242-2021

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA: MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Rangos 101972,0 kgf
Dirección de carga Ascendente
FABRICANTE PYS EQUIPOS
Modelo STYE-2000
Serie 170251
Transductor (Modelo/Serie) NO INDICA
Capacidad 1000 kN
Ubicación Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.

Codigo Identificacion NO INDICA
Norma utilizada ASTM E4; ISO 7500-1
Intervalo calibrado Escala (s) 101 972 kgf
 De 10 000 a 100 000 kgf
Temperatura de prueba °C Inicial 19.9 Final 20.2
Inspección general La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
Solicitante GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Dirección JR. TIAHUANACO MZ. H LT. 17 RES. COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Ciudad JULIACA
PATRON(ES) UTILIZADO(S) Tipo / Modelo BOTELLA
 Código 5Y46357
 Certif. de calibr. INF-LE 006-19A PUCP
Unidades de medida Sistema Internacional de Unidades (SI)
FECHA DE CALIBRACION 2021-02-20
FECHA DE EMISION 2021-02-20
FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrologia
 Luiggi Asenjo G.

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Obras y Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744
 Calle Anídes Solinguren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol. Los Olivos www.metrotest.com metrotestjuliacaj@hotmail.com ventas@metrotest.com
 Tel. 526-7898 Cel. 997 045 343 962 589 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL

Anexo 10. Calicata 01 muestra 1



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-1)

TESISTA : EDER PERCY

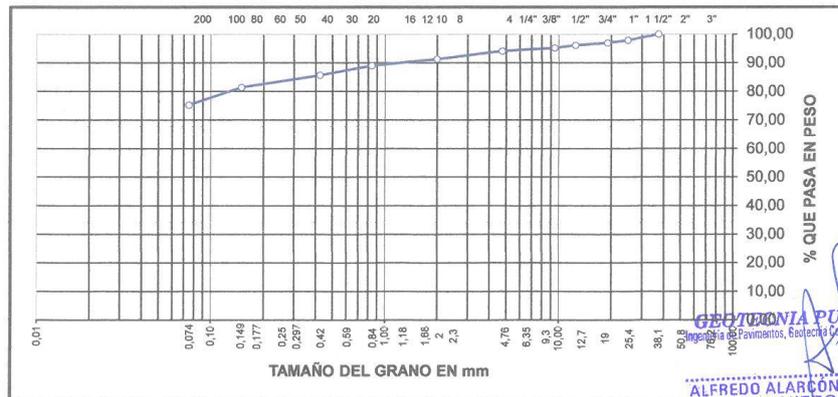
FECHA : 01/06/2021

CHALCO ZARATE

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75,000						Peso inicial : 1514 Grs
2 1/2"	63,000						Peso fracción : 199 Grs
2"	50,000						Grava : 5,81 %
1 1/2"	37,500				100,00		Arena : 18,93 %
1"	25,000	31,00	2,05	2,05	97,95		Fino : 75,26 %
3/4"	19,000	15,00	0,99	3,04	96,96		W natural : 15,20 %
1/2"	12,500	12,00	0,79	3,83	96,17		
3/8"	9,500	14,00	0,92	4,75	95,25		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4,750	16,00	1,06	5,81	94,19		L.L. : 47,01 %
No.10	2,000	6,00	2,84	8,65	91,35		L.P. : 26,14 %
No.20	0,840	5,00	2,37	11,02	88,98		I.P. : 20,88 %
No.40	0,425	7,00	3,31	14,33	85,67		
No.100	0,150	9,00	4,26	18,59	81,41		CLASIFICACION
No.200	0,075	13,00	6,15	24,74	75,26		SUCS : CL
<No.200		159,00	75,26	100,0			AASHTO : A-7-6(14)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Costanera y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 11.



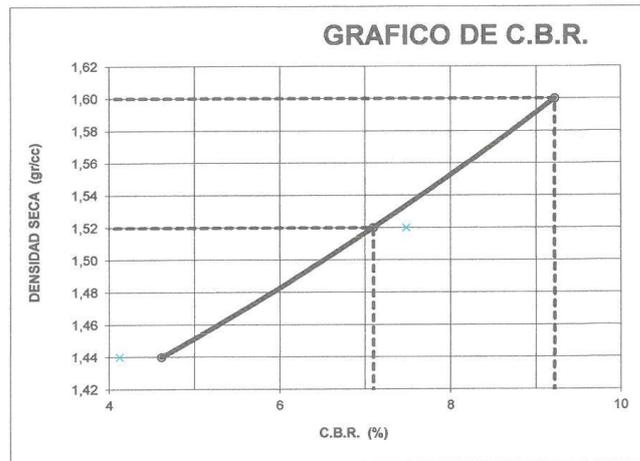
GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE
FECHA : 01/06/2021



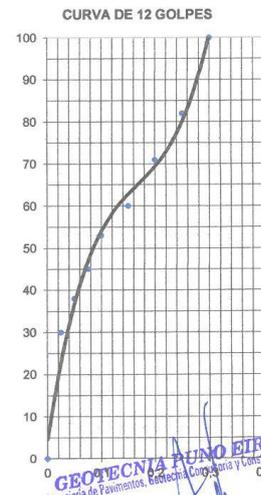
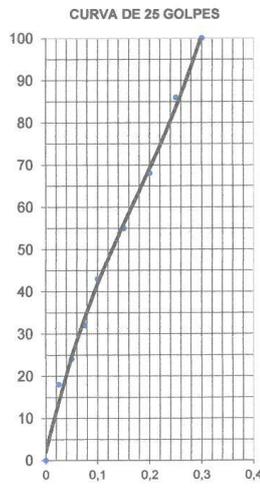
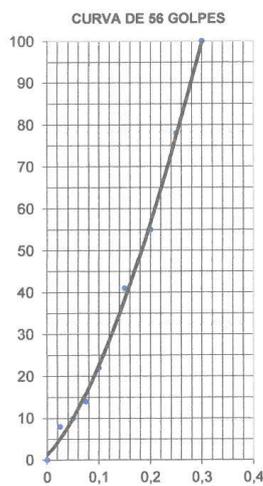
PARAMETROS DE

C.B.R.01* AL 100% =

C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. =

LEVEI

— CURVA A



GEOTECNIA PUNO E.T.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Construcción y Construcción
 0,4
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

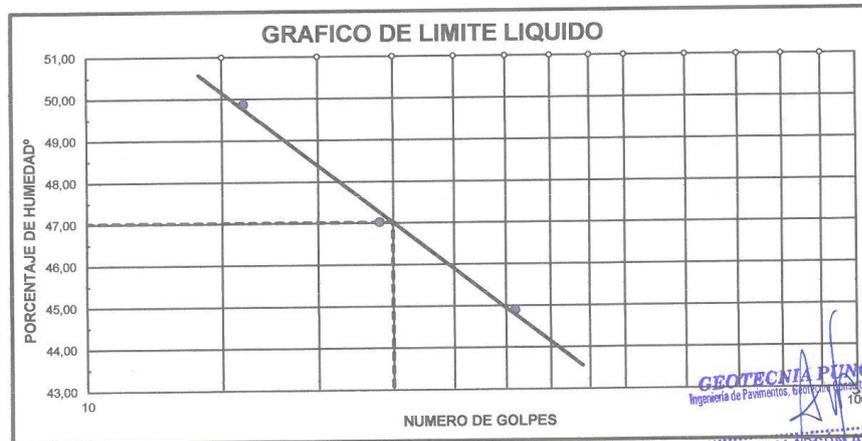
Anexo 12.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI-PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0 **TESISTA** : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **FECHA** : CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-1)

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	No. DE GOLFES	W _L	W _P	W _U	W _P	W _L	
01. No. DE GOLFES	36	24	16		33T	45T	
02. TARRO No.	15	24	30				
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	23,15	24,35	28,89		22,62	21,56	
04. SUELO SECO * TARRO g	19,45	20,16	23,05		18,93	18,02	
05. PESO DEL AGUA g	3,70	4,19	5,84		3,69	3,54	
06. PESO DEL TARRO g	11,21	11,25	11,34		4,58	4,69	
07. PESO DEL SUELO SECO g	8,24	8,91	11,71		14,35	13,33	
08. HUMEDAD %	44,90	47,03	49,87		25,71	26,56	
L.L.=		47,01 %	L.P.=	26,14 %	I.P.=		20,88 %



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 13.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

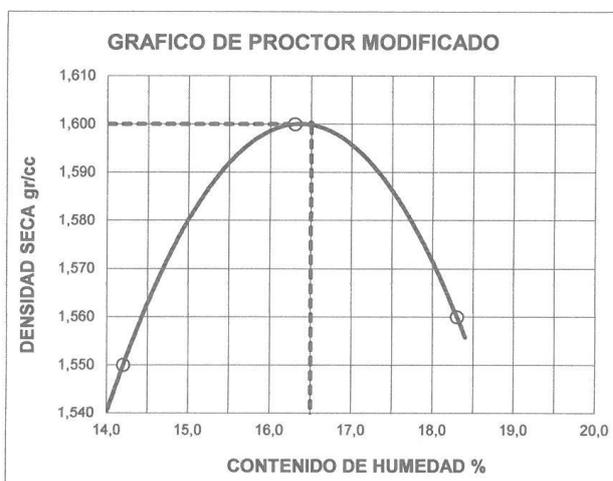
PROGRESIVA : **CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0** **TESISTA** : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA** : 01/06/2021

**PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)**

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.181	10.354	10.326		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.634	3.807	3.779		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,77	1,86	1,84		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	635,00	735,00	645,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	556,00	632,00	545,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	79,00	103,00	100,00		
PESO DE SUELO SECO	556,00	632,00	545,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	14,20	16,30	18,30		
DENSIDAD SECA	1,55	1,60	1,56		



Max. densidad seca
1,600 gr/cm³

Conten. humedad óptima
16,50 %


GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCÓN TIAHUANACO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0 **TESISTA :** EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **FECHA :** CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

	4		5		6	
Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	10486		10308		10121	
Peso del molde gr.	6618		6626		6638	
Peso del suelo humedo gr.	3868		3682		3483	
Volúmen del molde cc.	2077,3		2077,3		2077,3	
Densidad Humeda gr./cc	1,86		1,77		1,68	
Humedad %	16,30		16,60		16,40	
Densidad seca gr./cc	1,600		1,52		1,44	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo humedo gr.	435		612		673	
Tarro suelo seco gr.	374		525		578	
Agua gr.	61		87		95	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	374		525		578	
Humedad %	16,3		16,6		16,4	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg	4	98	33	3	89	30	2	79	26
0,30	0,600	0,25	7	127	42	6	118	39	4	98	33
1,00	1,300	0,50	12	175	58	10	156	52	6	118	39
1,30	1,900	0,075	22	272	91	16	214	71	8	137	46
2,00	2,500	0,100	47	514	171	22	272	91	10	156	52
3,00	3,800	0,150	65	688	229	29	340	113	13	185	62
4,00	5,000	0,200	95	978	326	38	427	142	16	214	71
5,00	6,000	0,250	124	1258	419	45	494	165	21	262	87
6,00	7,500	0,300									
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 15.



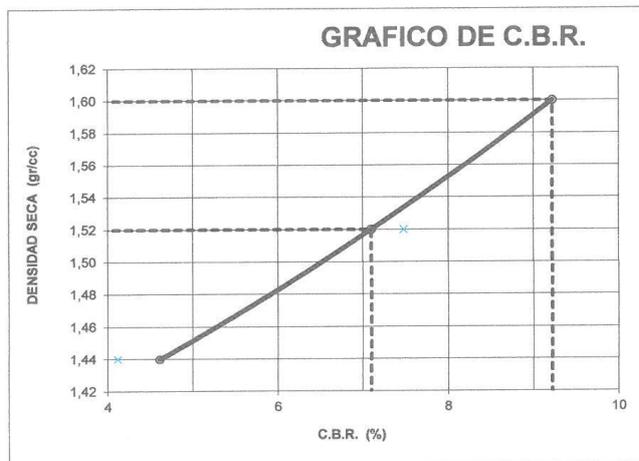
GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI-PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 0
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE
FECHA : 01/06/2021

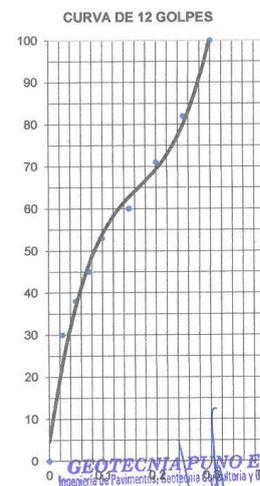
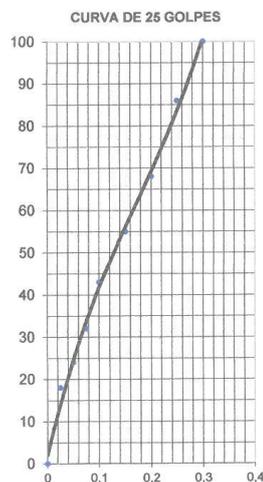
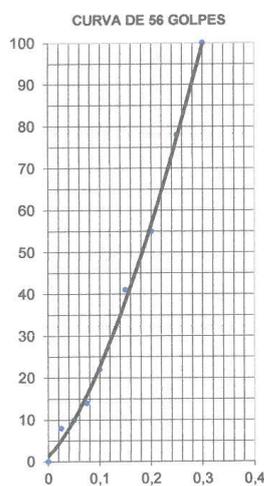


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = **9,2%**
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = **7,1%**

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 16.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

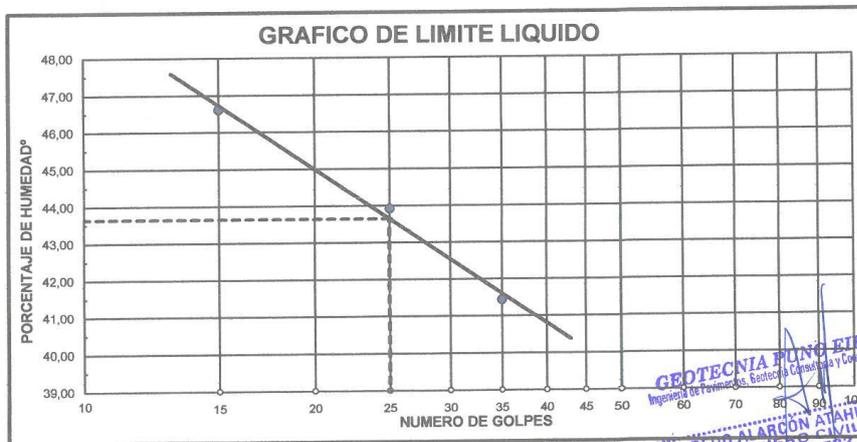
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 1, M1, DOSIFICACION 1** **TESISTA** : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**
PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-1) **FECHA** : 04/06/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	g	g	g	g
01. No.DE GOLPES	35	25	15			
02. TARRO No.	16	17	18	34T	35T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 25,61	26,92	30,37	24,92	25,26	
04. SUELO SECO * TARRO	g 21,42	22,15	24,31	20,54	20,36	
05. PESO DEL AGUA	g 4,19	4,77	6,06	4,38	4,90	
06. PESO DEL TARRO	g 11,31	11,29	11,31	4,61	1,58	
07. PESO DEL SUELO SECO	g 10,11	10,86	13,00	15,93	18,78	
08. HUMEDAD	% 41,44	43,92	46,62	27,50	26,09	
L.L.= 43,64 % L.P.= 26,79 % I.P.= 16,85 %						



JR. TIAHUANACO H.17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 17.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

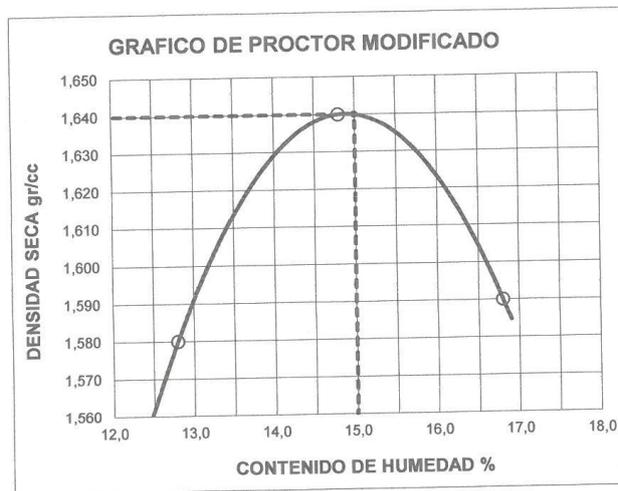
PROGRESIVA : **CALICATA 1, M1, DOSIFICACION 1** **TESISTA** : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA** : 04/06/2021

PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.198	10.398	10.368		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.651	3.851	3.821		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,78	1,88	1,86		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	652,00	751,00	669,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	578,00	654,00	573,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	74,00	97,00	96,00		
PESO DE SUELO SECO	578,00	654,00	573,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	12,80	14,80	16,80		
DENSIDAD SECA	1,58	1,64	1,59		



Max. densidad seca
1,640 gr/cm3

Conten. humedad óptima
15,00 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Biotecnología y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 18.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : CALICATA 1, M1, DOSIFICACION 1 TESISISTA EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION FECHA CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA 04/06/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10546		10336		10173
Peso del molde	gr.	6618		6626		6638
Peso del suelo húmedo	gr.	3928		3710		3535
Volúmen del molde	cc.	2077,3		2077,3		2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,89		1,79		1,7
Humedad	%	15,10		15,10		15,00
Densidad seca	gr./cc	1,640		1,56		1,48
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo	gr.	451		634		692
Tarro suelo seco	gr.	392		551		602
Agua	gr.	59		83		90
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	392		551		602
Humedad	%	15,1		15,1		15,0
Promedio de la humedad	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg	8	137	46	7	127	42	5	108	36
0,30	0,600	0,25	14	195	65	11	166	55	8	137	46
1,00	1,300	0,50	20	253	84	16	214	71	11	166	55
1,30	1,900	0,075	32	369	123	26	311	104	15	204	68
2,00	2,500	0,100	55	591	197	32	369	123	18	233	78
3,00	3,800	0,150	75	784	261	38	427	142	23	282	94
4,00	5,000	0,200	113	1151	384	49	533	178	27	320	107
5,00	6,000	0,250	156	1567	522	62	659	220	32	369	123
6,00	7,500	0,300									
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO S.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 19.

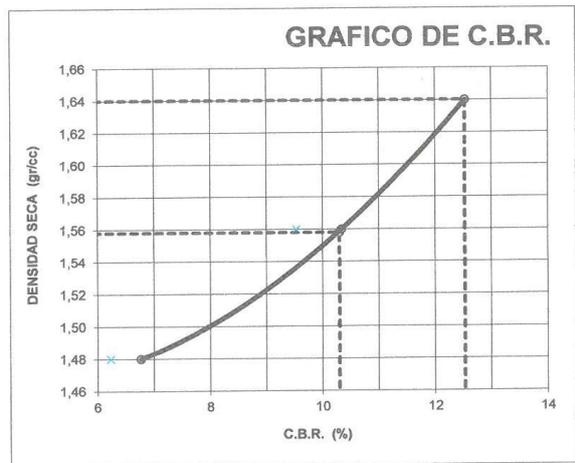


GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISION - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 1, M1, DOSIFICACION 1 **TESISTA :** EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA :** 04/06/2021

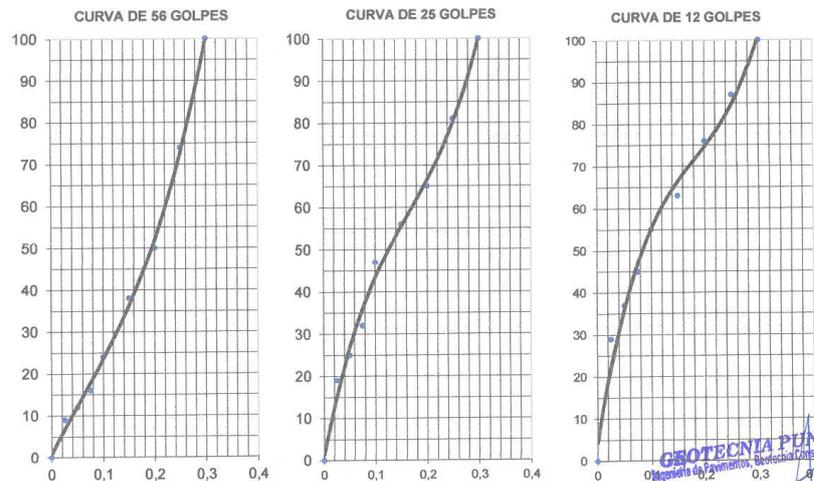


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01* AL 100% = **12,5%**
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = **10,3%**

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotécnica, Construcción y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

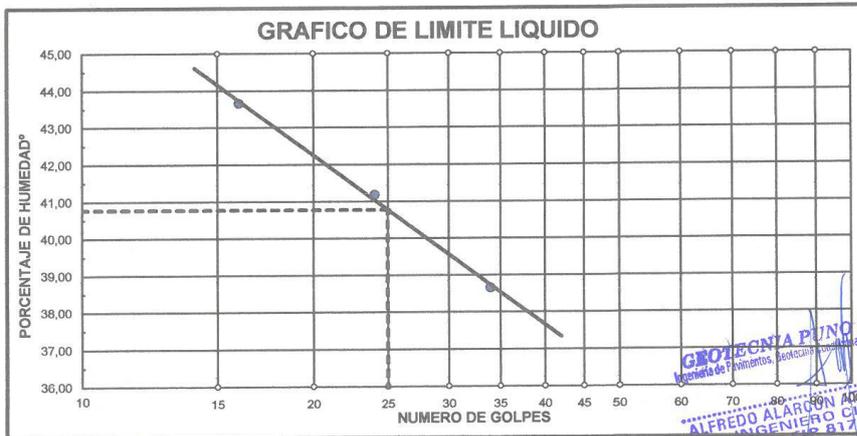
Anexo 20.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 02 TESISTA** : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION : CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-1) : **FECHA** : 07/06/21

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	g	g	g	g
01. No.DE GOLPES	34	24	16			
02. TARRO No.	19	20	21	36T	37T	
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 28,35	28,72	32,52	26,92	27,62	
04. SUELO SECO * TARRO	g 23,63	23,65	26,08	22,02	22,62	
05. PESO DEL AGUA	g 4,72	5,07	6,44	4,90	5,00	
06. PESO DEL TARRO	g 11,42	11,34	11,33	4,75	4,82	
07. PESO DEL SUELO SECO	g 12,21	12,31	14,75	17,27	17,80	
08. HUMEDAD	% 38,66	41,19	43,66	28,37	28,09	
<p>L.L.= 40,77 % L.P.= 28,23 % I.P.= 12,54 %</p>						



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 21.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

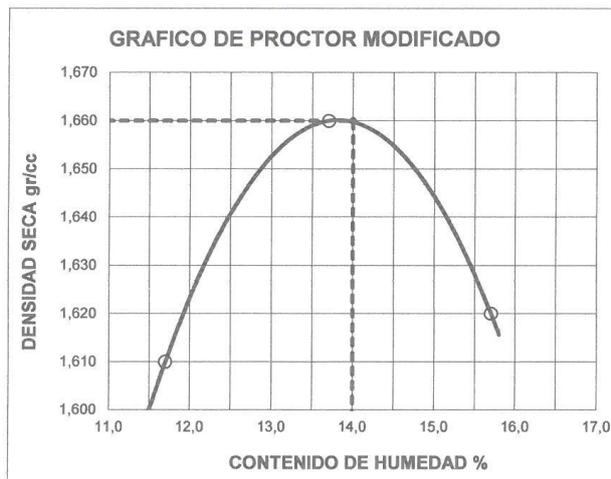
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 02 **TESISTA :** EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA :** 07/06/2021

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.229	10.426	10.392		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.682	3.879	3.845		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,80	1,89	1,88		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	715,00	763,00	753,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	640,00	671,00	651,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	75,00	92,00	102,00		
PESO DE SUELO SECO	640,00	671,00	651,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	11,70	13,70	15,70		
DENSIDAD SECA	1,61	1,66	1,62		



Max. densidad seca
1,660 gr/cm3

Conten. humedad óptima
14,00 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 22.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION 02 TESISTA EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) FECHA 07/06/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

	4		5		6	
	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	10551		10345		10192	
Peso del molde gr.	6618		6626		6638	
Peso del suelo húmedo gr.	3933		3719		3554	
Volúmen del molde cc.	2077,3		2077,3		2077,3	
Densidad Humeda gr./cc	1,89		1,79		1,71	
Humedad %	14,00		14,10		14,00	
Densidad seca gr./cc	1,660		1,57		1,50	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	463		662		726	
Tarro suelo seco gr.	406		580		637	
Agua gr.	57		82		89	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	406		580		637	
Humedad %	14,0		14,1		14,0	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
0,30	0,600	0,25	13	185	62	11	166	55	9	147	49
1,00	1,300	0,50	25	301	100	18	233	78	15	204	68
1,30	1,900	0,075	34	388	129	31	359	120	20	253	84
2,00	2,500	0,100	46	504	168	37	417	139	26	311	104
3,00	3,800	0,150	72	755	252	59	630	210	31	359	120
4,00	5,000	0,200	92	949	316	68	717	239	38	427	142
5,00	6,000	0,250	132	1335	445	78	813	271	45	494	165
6,00	7,500	0,300	195	1944	648	92	949	316	52	562	187
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

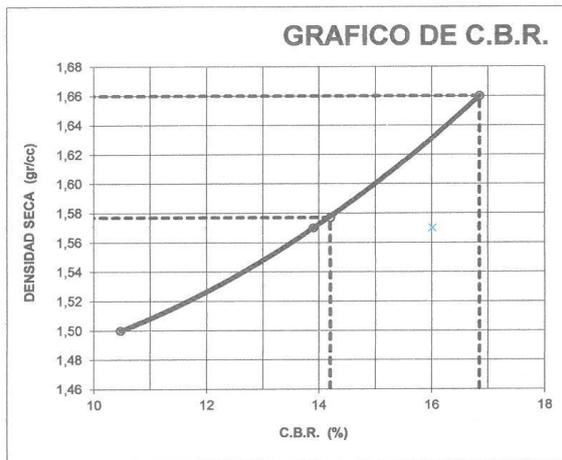
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACMI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 23.

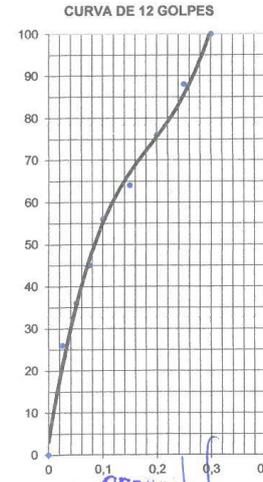
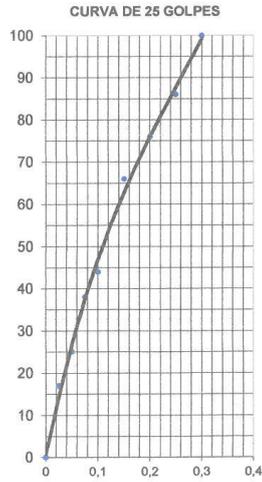
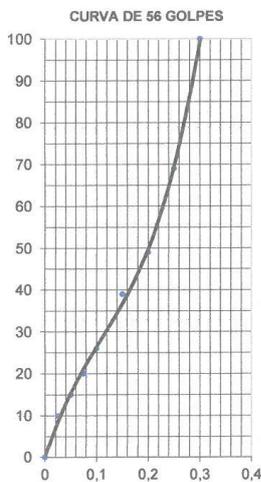


PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 01, M1, DOSIFICACION
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)
TESISTA : EDER PERCY
FECHA : CHALCO ZARATE
FECHA : 07/06/2021



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01* AL 100% = **16,8%**
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = **14,2%**

LEYENDA
 — CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° 1732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 24.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : **CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 0** TESISTA : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION : CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) FECHA : 05/06/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75,000						Peso inicial : 1624 Grs
2 1/2"	63,000						Peso fracción : 235 Grs
2"	50,000						Grava : 7,15 %
1 1/2"	37,500				100,00		Arena : 22,92 %
1"	25,000	36,00	2,22	2,22	97,78		Fino : 69,93 %
3/4"	19,000	19,00	1,17	3,39	96,61		W natural : 15,20 %
1/2"	12,500	17,00	1,05	4,44	95,56		
3/8"	9,500	21,00	1,29	5,73	94,27		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4,750	23,00	1,42	7,15	92,85		L.L. : 47,00 %
No.10	2,000	9,00	3,56	10,71	89,29		L.P. : 26,20 %
No.20	0,840	10,00	3,95	14,66	85,34		I.P. : 20,81 %
No.40	0,425	11,00	4,35	19,01	80,99		
No.100	0,150	12,00	4,74	23,75	76,25		CLASIFICACION
No.200	0,075	16,00	6,32	30,07	69,93		SUCS : CL
<No.200		177,00	69,93	100,0			AASHTO : A-7-6(14)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAMUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

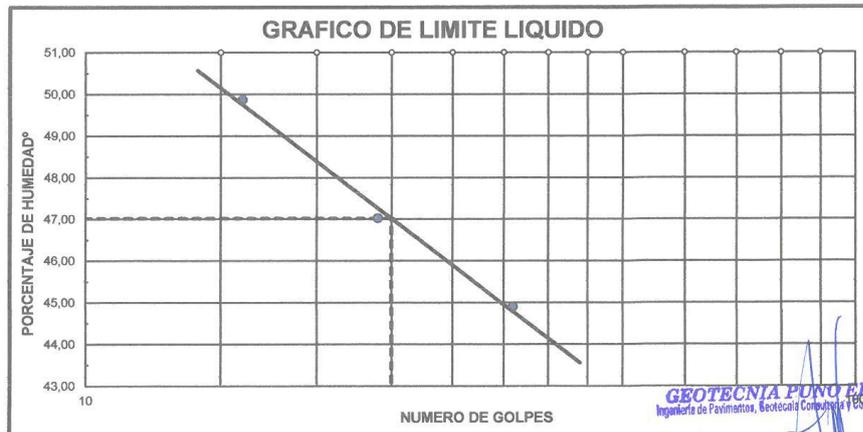
Anexo 25.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 0** **TESISTA** : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**
PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) **FECHA** : 05/06/21

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No.	g	%	g	%
01. No.DE GOLPES	36	24	16		
02. TARRO No.	15	24	30	33T	45T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 23,15	24,35	28,89	22,62	21,56
04. SUELO SECO * TARRO	g 19,45	20,16	23,05	18,93	18,02
05. PESO DEL AGUA	g 3,70	4,19	5,84	3,69	3,54
06. PESO DEL TARRO	g 11,21	11,25	11,34	4,58	4,69
07. PESO DEL SUELO SECO	g 8,24	8,91	11,71	14,35	13,33
08. HUMEDAD	% 44,90	47,03	49,87	25,71	26,56
<p>L.L.= 47,00 % L.P.= 26,20 % I.P.= 20,81 %</p>					



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 26.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

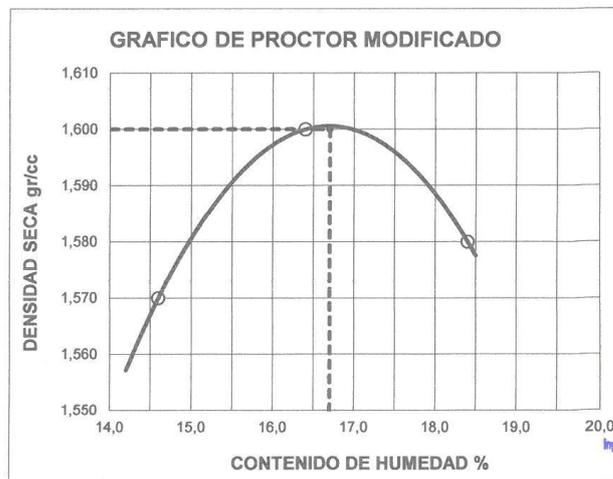
PROGRESIVA : **CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 0** **TESISTA** : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**

PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) **FECHA** : 05/06/2021

**PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)**

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.232	10.358	10.382		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.685	3.811	3.835		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,80	1,86	1,87		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	651,00	751,00	695,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	568,00	645,00	587,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	83,00	106,00	108,00		
PESO DE SUELO SECO	568,00	645,00	587,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	14,60	16,40	18,40		
DENSIDAD SECA	1,57	1,60	1,58		



Max. densidad seca
1,600 gr/cm³

Conten. humedad óptima
16,70 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Biotecnología Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 27.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 0 TESISISTA EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) FECHA 05/06/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

	4		5		6	
Molde N°						
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10486		10308		10121
Peso del molde	gr.	6618		6626		6638
Peso del suelo humedo	gr.	3868		3682		3483
Volúmen del molde	cc.	2077,3		2077,3		2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,86		1,77		1,68
Humedad	%	16,30		16,60		16,40
Densidad seca	gr./cc	1,600		1,52		1,44
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo humedo	gr.	435		612		673
Tarro suelo seco	gr.	374		525		578
Agua	gr.	61		87		95
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	374		525		578
Humedad	%	16,3		16,6		16,4
Promedio de la humedad	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
0,30	0,600	0,25	4	98	33	3	89	30	2	79	26
1,00	1,300	0,50	7	127	42	6	118	39	4	98	33
1,30	1,900	0,075	12	175	58	10	156	52	6	118	39
2,00	2,500	0,100	22	272	91	16	214	71	8	137	46
3,00	3,800	0,150	47	514	171	22	272	91	10	156	52
4,00	5,000	0,200	65	688	229	29	340	113	13	185	62
5,00	6,000	0,250	95	978	326	38	427	142	16	214	71
6,00	7,500	0,300	124	1258	419	45	494	165	21	262	87
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Reducción Consultoría y Construcción

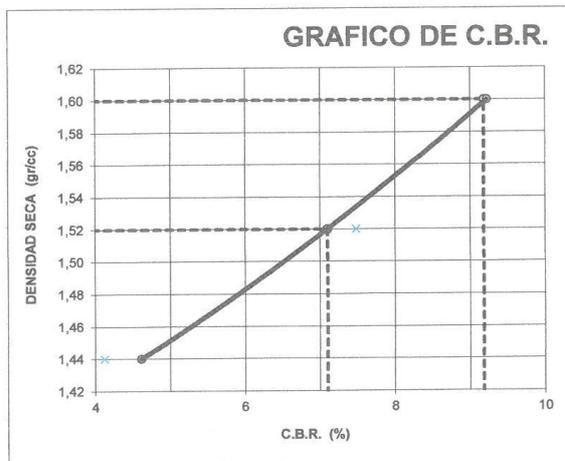
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 28.

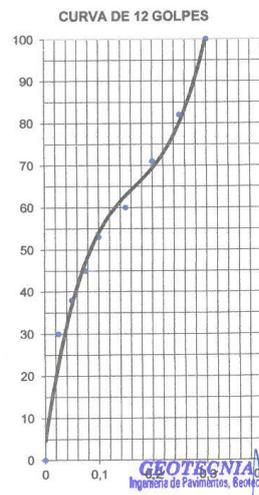
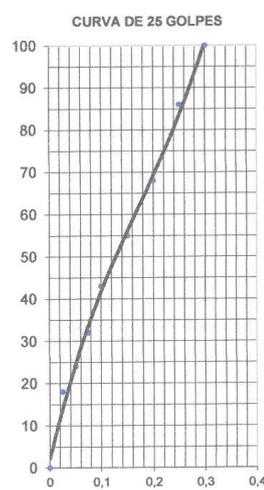
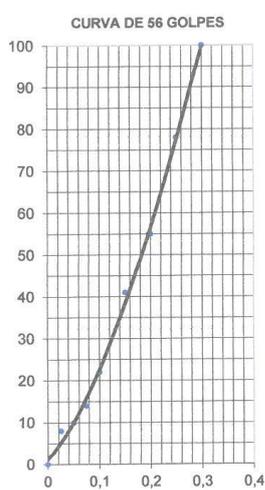


PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 02, M2, DOSIFICACION C TESTISTA : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION : CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) **FECHA** : 05/06/2021



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01* AL 100% = **9,18%**
 C.B.R.01* AL 95% M.D.S. = **7,1%**

LEYENDA
 — CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Mecánica Consultoría y Construcción
 ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

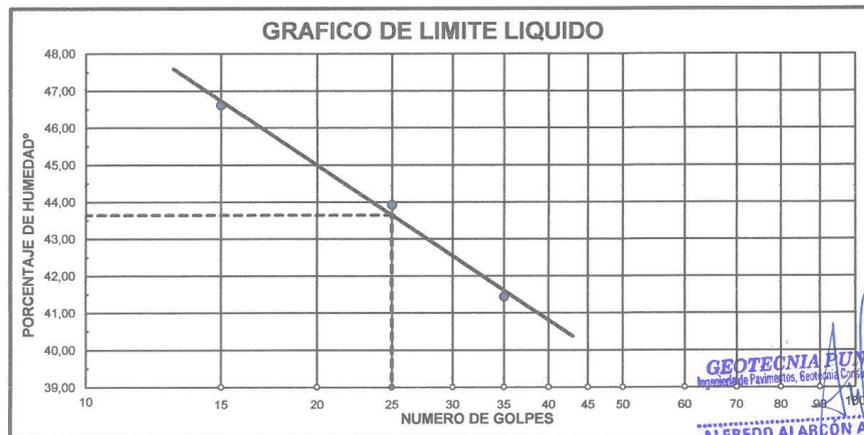
JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 01** TESISISTA : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION : CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-2) : **FECHA** : 09/06/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No.	g	%	34T	35T
01. No.DE GOLPES	35	25	15		
02. TARRO No.	16	17	18	34T	35T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g 25,61	26,92	30,37	24,92	25,26
04. SUELO SECO * TARRO	g 21,42	22,15	24,31	20,54	20,36
05. PESO DEL AGUA	g 4,19	4,77	6,06	4,38	4,90
06. PESO DEL TARRO	g 11,31	11,29	11,31	4,61	1,58
07. PESO DEL SUELO SECO	g 10,11	10,86	13,00	15,93	18,78
08. HUMEDAD	% 41,44	43,92	46,62	27,50	26,09
L.L.=	43,59 %	L.P.= 26,70 %	I.P.= 16,89 %		



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCÓN ADAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81792

JR. TIAHUANACO H.17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 30.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

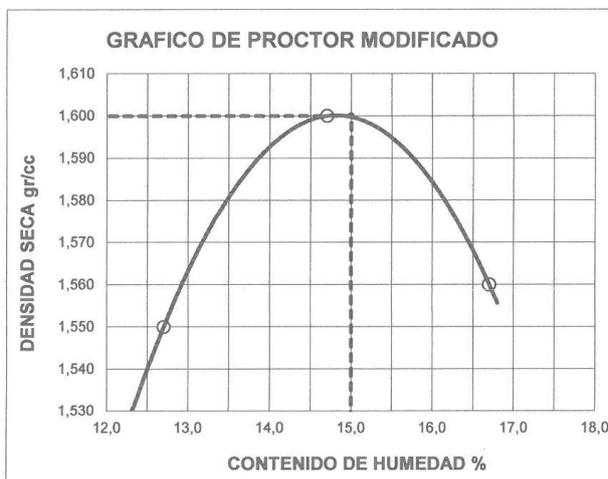
PROGRESIVA : **CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 01** **TESISTA** : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**

PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-2) **FECHA** : 09/06/2021

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.142	10.298	10.275		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.595	3.751	3.728		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,75	1,83	1,82		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	681,00	764,00	685,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	604,00	666,00	587,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	77,00	98,00	98,00		
PESO DE SUELO SECO	604,00	666,00	587,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	12,70	14,70	16,70		
DENSIDAD SECA	1,55	1,60	1,56		



Max. densidad seca
1,600 gr/cm3

Conten. humedad óptima
15,00 %

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Bases de Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredafarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 31.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

PROGRESIVA : CALICATA 02, M2, DOSIFICACION 01 TESISISTA EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION CHALCO ZARATE

PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-2) FECHA 09/06/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	10436		10258		10072	
Peso del molde gr.	6618		6626		6638	
Peso del suelo húmedo gr.	3818		3632		3434	
Volumen del molde cc.	2077,3		2077,3		2077,3	
Densidad Humeda gr./cc	1,84		1,75		1,65	
Humedad %	15,10		15,10		15,00	
Densidad seca gr./cc	1,600		1,52		1,43	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	451		634		692	
Tarro suelo seco gr.	392		551		602	
Agua gr.	59		83		90	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	392		551		602	
Humedad %	15,1		15,1		15,0	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura Lb	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0,30	0,600	0,25	7	127	42	6	118	39	5	108	36
1,00	1,300	0,50	12	175	58	10	156	52	8	137	46
1,30	1,900	0,075	18	233	78	15	204	68	12	175	58
2,00	2,500	0,100	32	369	123	26	311	104	15	204	68
3,00	3,800	0,150	55	591	197	31	359	120	17	224	75
4,00	5,000	0,200	72	755	252	36	407	136	22	272	91
5,00	6,000	0,250	111	1132	377	48	523	174	26	311	104
6,00	7,500	0,300	146	1470	490	61	649	216	31	359	120
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

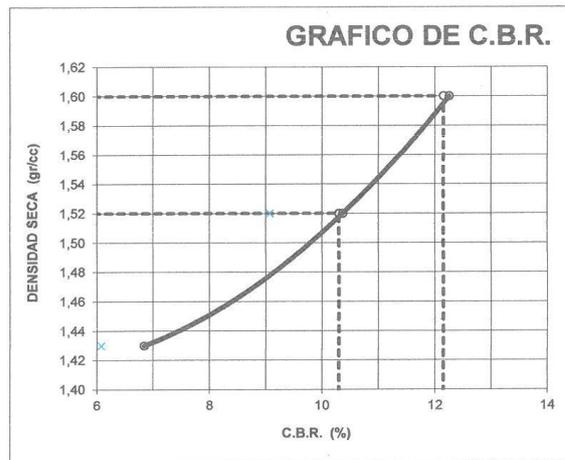
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 32.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 02, M2, DOSIFICACION
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUND. : 0.00- 1.50m (M-2)
TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE
FECHA : 09/06/2021

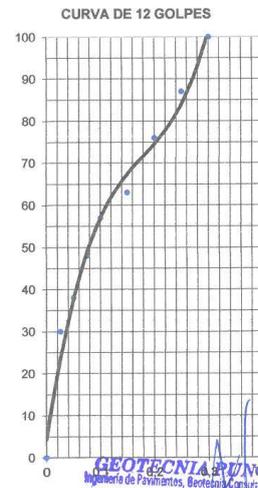
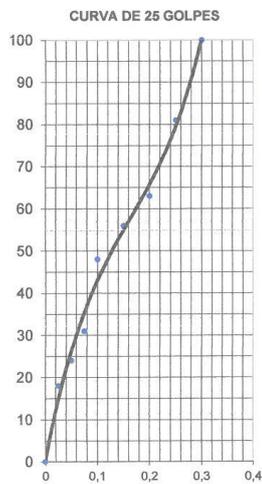
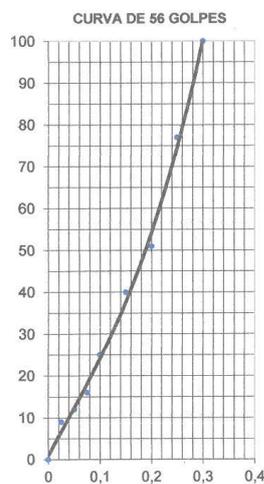


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 12,2%
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 10,3%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACSI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIF 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

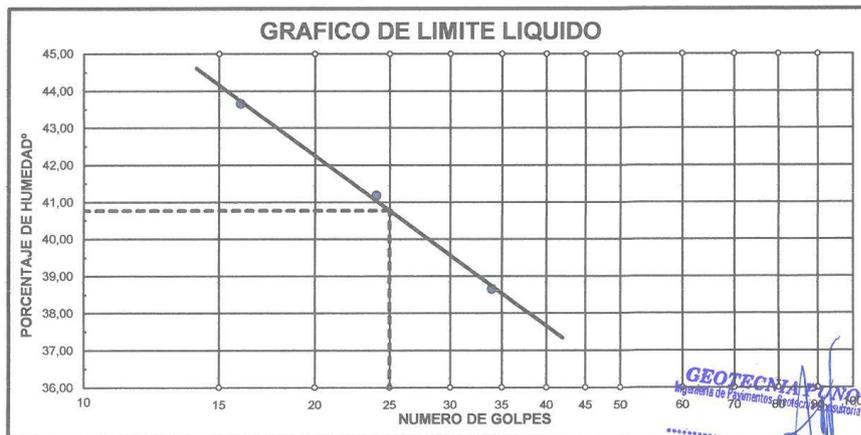
Anexo 33.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 2, M2, DOSIFICACION 02** **TESISTA** : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**
PROFUND. : 0.00- 1.50 m (M-2) **FECHA** : 11/06/21

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No.	24	16	36T	37T
01. No.DE GOLPES	34	24	16		
02. TARRO No.	19	20	21	36T	37T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	28,35	28,72	32,52	26,92	27,62
04. SUELO SECO * TARRO g	23,63	23,65	26,08	22,02	22,62
05. PESO DEL AGUA g	4,72	5,07	6,44	4,90	5,00
06. PESO DEL TARRO g	11,42	11,34	11,33	4,75	4,82
07. PESO DEL SUELO SECO g	12,21	12,31	14,75	17,27	17,80
08. HUMEDAD %	38,66	41,19	43,66	28,37	28,09
L.L.= 40,77 % L.P.= 28,30 % I.P.= 12,47 %					



GEOTECNIA PUNO SRL.
 Ingenieros de Pavimentos, Geotecnia, Construcción y Asesoría
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 34.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021

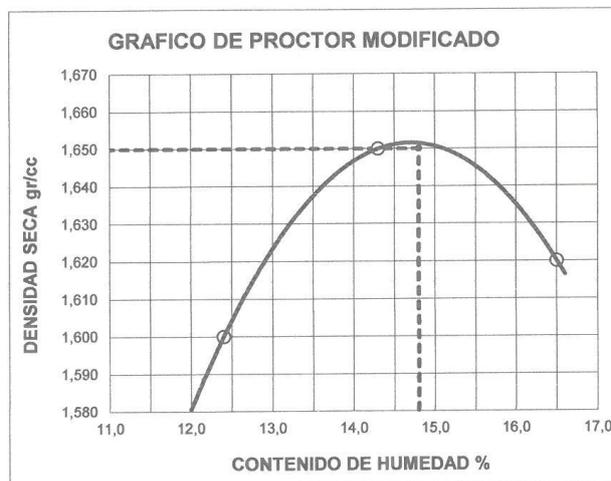
PROGRESIVA : **CALICATA 2, M2, DOSIFICACION 02** **TESISTA** : EDER PERCY

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **CHALCO ZARATE**

PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA** : 11/06/2021

**PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)**

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10.232	10.431	10.426		
PESO MOLDE	6.547	6.547	6.547		
PESO SUELO COMPACTADO	3.685	3.884	3.879		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.050	2.050	2.050		
DENSIDAD HUMEDA	1,80	1,89	1,89		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	726,00	784,00	771,00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	646,00	686,00	662,00		
PESO RECIPIENTE	0,00	0,00	0,00		
PESO DE AGUA	80,00	98,00	109,00		
PESO DE SUELO SECO	646,00	686,00	662,00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	12,40	14,30	16,50		
DENSIDAD SECA	1,60	1,65	1,62		



Max. densidad seca
1,650 gr/cm³

Conten. humedad óptima
14,80 %

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Beratamiento Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACSI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 83732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : **CALICATA 2, M2, DOSIFICACION 02** **TESISTA** EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **FECHA** CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1)

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

	4		5		6	
Molde N°	4		5		6	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10542		10338		10171
Peso del molde	gr.	6618		6626		6638
Peso del suelo húmedo	gr.	3924		3712		3533
Volúmen del molde	cc.	2077,3		2077,3		2077,3
Densidad Humeda	gr./cc	1,89		1,79		1,7
Humedad	%	14,70		14,40		14,80
Densidad seca	gr./cc	1,650		1,56		1,48
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo	gr.	475		675		762
Tarro suelo seco	gr.	414		590		664
Agua	gr.	61		85		98
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	414		590		664
Humedad	%	14,7		14,4		14,8
Promedio de la humedad	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%

PENETRACION

PENETRACION			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²	Dial	Lb	Lb/plg ²
0,30	0,600	0,25	13	185	62	11	166	55	9	147	49
1,00	1,300	0,50	25	301	100	18	233	78	15	204	68
1,30	1,900	0,075	34	388	129	31	359	120	20	253	84
2,00	2,500	0,100	45	494	165	37	417	139	26	311	104
3,00	3,800	0,150	72	755	252	59	630	210	31	359	120
4,00	5,000	0,200	92	949	316	68	717	239	38	427	142
5,00	6,000	0,250	132	1335	445	78	813	271	45	494	165
6,00	7,500	0,300	195	1944	648	92	949	316	52	562	187
8,00	10,000	0,400									
10,00	12,500	0,500									

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Economía Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 36.

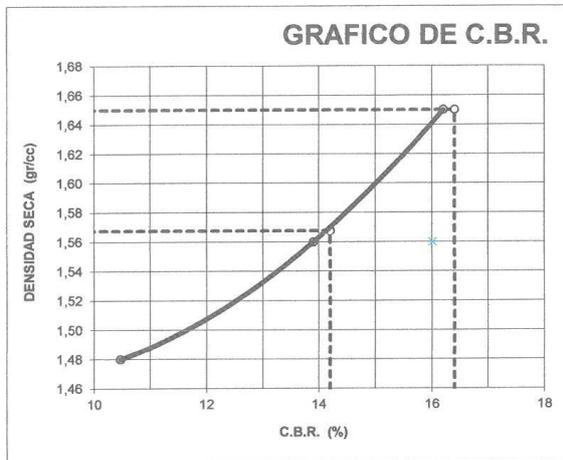


GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
PROGRESIVA : CALICATA 2, M2, DOSIFICACION 0 TESISTA : EDER PERCY
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION : CHALCO ZARATE
PROFUND. : 0.00-1.50 m (M-1) **FECHA :** 11/06/2021

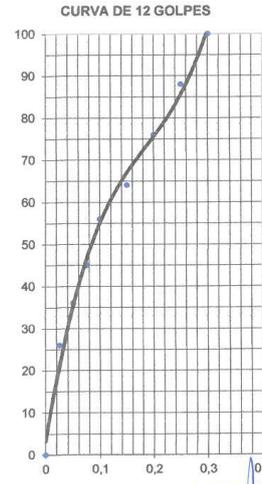
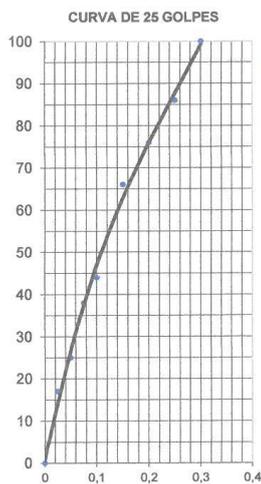
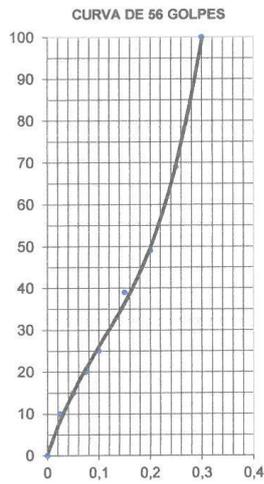


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01* AL 100% = **16,4%**
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S. = **14,2%**

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



GEOTECNIA PUNO SRL.
 Ingenieros de Pavimentos, Geotecnia, Geomembranas y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 37.



TESIS : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
MUESTRA : SUELO ESTABILIZADO **DOSIFICACION 0** **TECN. RESPON.** : PERSONAL LABORATORIO
 A TEMPERATURA -7°C **ING. RESPON.** : ALFREDO ALARCON A.
TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE **LUGAR** : LLALLI-MELGAR-PUNO
ASUNTO : ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE **FECHA** : 25/06/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (plg)	LARGO (plg)	AREA (plg2)	CARGA (lb)	ROTURA (Lb/plg2)
1	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3762	235,13
2	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3791	236,94
3	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3762	235,13
				PROMEDIO		235,73
4	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3842	240,13
5	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3850	240,63
6	Dosificacion 0.000 Lt con Aid+0% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	3828	239,25
7				PROMEDIO		240,00
8						
9						
10						

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingenieros de Pavimentos, Geotecnia, Estructuras y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C/P. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 38.



TESIS : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VECINAL, LLALLI - PUNO 2021
MUESTRA : SUELO ESTABILIZADO **DOSIFICACION 01** **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
 A TEMPERATURA -7° C **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.
TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE **LUGAR** : LLALLI-MELGAR-PUNO
ASUNTO : ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE **FECHA** : 27/06/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA 01	ANCHO (plg)	LARGO (plg)	AREA (plg2)	CARGA (lb)	ROTURA (Lb/plg2)
1	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4648	290,52
2	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4647	290,45
3	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4650	290,64
4	MUESTRA 02			PROMEDIO		290,54
5	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4654	290,87
6	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4656	290,98
7	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+8,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4659	291,19
8				PROMEDIO		291,01
9						

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingenieros de Pavimentos, Geotecnia, Construcción y Construcción
 ALFREDO ALARCON ANAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 39.



TESIS : ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO A NIVEL SUBRASANTE CON ADICION DE COMPONENTES QUIMICOS Y EXPUESTO A HELADA, DE LA CARRETERA VEGINAL, LLALLI - PUNO 2021
MUESTRA : SUELO ESTABILIZADO **DOSIFICACION 2** **TECN. RESPON.** : PERSONAL LABORATORIO
 TEMPERATURA A -7°C **ING. RESPON.** : ALFREDO ALARCON A.
TESISTA : EDER PERCY CHALCO ZARATE **LUGAR** : LLALLI-MELGAR-PUNO
ASUNTO : ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE **FECHA** : 25/06/2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA 01	ANCHO (plg)	LARGO (plg)	AREA (plg2)	CARGA (lb)	ROTURA (Lb/plg2)
1	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4881	305,06
2	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4882	305,13
3	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4883	305,21
4	MUESTRA 02			PROMEDIO		305,13
5	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4802	300,13
6	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4803	300,18
7	Dosificacion 0.008 Lt con Aid+9,1% de cemento (-7°C)	4,00	4,00	16	4805	300,31
8				PROMEDIO		300,20
9						

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniero de Pavimentos, Bantecnia Consultora y Construcciones
 ALFREDO ALARCON ATAHUACH.
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 40. Fotos en el laboratorio de los instrumentos utilizados

