



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA CON LA FINALIDAD DE
INCREMENTAR PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS ADICIONANDO POLVO
DE PIEDRA CALIZA, CHOTA-CAJAMARCA, 2023

Línea de investigación:

Seguridad vial e Infraestructura de Transportes

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Burga Vásquez, Jordan Cristopher Alfredo

Asesor:

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo
(ORCID: 0000-0001-8625-3987)

Jurado:

Romero Rios, David
Arevalo Vidal, Samir Augusto
Madrid Saldaña, Cesar Karlo

Lima - Perú

2023



MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA CON LA FINALIDAD DE INCREMENTAR PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS ADICIONANDO POLVO DE PIEDRA CALIZA, CHOTA-CAJAMARCA, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	jiengtech.com Fuente de Internet	<1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

repositorio.unipiloto.edu.co



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA CON LA
FINALIDAD DE INCREMENTAR PROPIEDADES FÍSICO
MECÁNICAS ADICIONANDO POLVO DE PIEDRA CALIZA,
CHOTA-CAJAMARCA, 2023

Línea de Investigación:
Seguridad vial e Infraestructura de Transportes
Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Burga Vásquez, Jordan Cristopher Alfredo

Asesor

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo
ORCID: 0000-0001-8625-3987

Jurado

Romero Rios, David
Arevalo Vidal, Samir Augusto
Madrid Saldaña, Cesar Karlo

Lima – Perú
2023

DEDICATORIA

A mi amado Padre Celestial, quien siempre ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida. Gracias por permitirme llegar hasta este momento, por iluminar mi camino y brindarme la sabiduría para cumplir mis metas. A ti dedico este logro, en reconocimiento a tu infinita bondad y amor incondicional.

A mis padres, quienes me han brindado su inmenso apoyo y sacrificios a lo largo de mi formación académica. Su amor y constante aliento han sido mi motor para perseverar y alcanzar mis sueños. Agradezco profundamente el tiempo y esfuerzo que han invertido en mí, siempre confiando en mis capacidades.

A mis hermanos, por ser mi fuente de inspiración y compañía en cada etapa de mi vida. Agradezco su complicidad y alegría compartida, su incondicional apoyo y por ser mis cómplices en esta travesía académica. Este logro también es suyo, pues su aliento y estímulo han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito.

A mis padres y hermanos por su amor y por su apoyo constante para seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola, mi asesor de tesis, por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este proceso de investigación. Gracias por su dedicación y paciencia, por brindarme los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto de manera exitosa. Su guía y compromiso han sido fundamentales para mi crecimiento profesional.

A mis padres y hermanos, quiero expresarles mi eterno agradecimiento por su inmenso apoyo y sacrificios a lo largo de mi formación académica. Su amor incondicional, constante aliento y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza. Agradezco profundamente el tiempo y esfuerzo que han invertido en mí, siempre confiando en mis capacidades y brindándome el impulso necesario para alcanzar mis metas.

A todos aquellos que, de alguna manera, han contribuido en mi formación y desarrollo académico, quiero agradecerles por su valioso aporte, por compartir su conocimiento y experiencias. Gracias por marcar la diferencia en mi vida y permitirme crecer como persona y profesional.

¡A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento!

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
I. Introducción.....	13
1.1. Descripción y formulación del problema	13
1.1.1. Descripción del problema	13
1.1.2. Formulación del problema	15
1.2. Antecedentes	15
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo general.....	22
1.3.2. Objetivos específicos	22
1.4. Justificación.....	23
1.5. Hipótesis.....	24
1.5.1. Hipótesis general.....	24
1.5.2. Hipótesis específicas	24
II. Marco teórico	25
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	25
2.1.1. Polvo de piedra caliza	25
2.1.2. Subrasante	26
2.1.3. Propiedades mecánicas	30
2.1.4. Propiedades físicas.....	31
2.1.5. Estabilización de carreteras.....	33
III. Método	36

3.1.	Tipo de investigación	36
3.2.	Ámbito temporal y espacial.....	36
3.3.	Variables.....	39
3.3.1.	Variable independiente: Mejoramiento de la subrasante	39
3.3.2.	Variable dependiente: Propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso	39
3.4.	Población y muestra	41
3.4.1.	Población.....	41
3.4.2.	Muestra	41
3.4.3.	Muestreo	42
3.5.	Técnicas e instrumentos	42
3.6.	Procedimientos	43
3.6.1.	Recolección del polvo de piedra caliza.....	43
3.6.2.	Exploración y muestreo del suelo	44
3.6.3.	Clasificación del suelo de la subrasante.....	46
3.6.4.	Ensayos físico mecánicos al suelo con polvo de piedra caliza	51
3.7.	Análisis de datos.....	51
3.8.	Consideraciones éticas	51
IV.	Resultados.....	52
4.1.	RE1: Propiedades mecánicas del suelo con polvo de piedra caliza	52
4.2.	RE2: Propiedades físicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza	58
4.3.	RE3: Metodología para mejorar la subrasante	63
4.3.1.	Evaluación del suelo existente	63
4.3.2.	Análisis del tránsito vehicular.....	64
4.3.3.	Selección del método de mejoramiento por medio de la experimentación	64
4.3.4.	Obtención del polvo de piedra caliza.....	66
4.3.5.	Diseño del espesor de mejoramiento de subrasante.....	68

4.3.6.	Preparación del terreno	69
4.3.7.	Estabilización química	70
4.3.8.	Estabilización mecánica.....	70
4.3.9.	Monitoreo y mantenimiento.....	71
4.4.	RG: Mejoramiento de la subrasante para incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza	71
4.5.	Análisis estadístico.....	72
V.	Discusión de resultados.....	75
5.1.	DE1: Propiedades mecánicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza	75
5.2.	DE2: Propiedades físicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza	75
5.3.	DE3: Metodología para mejorar la subrasante	76
5.4.	DG: Mejoramiento de la subrasante para incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza	78
VI.	Conclusiones.....	80
VII.	Recomendaciones.....	81
VIII.	Referencias.....	82
IX.	Anexos.....	95
	Anexo N° 1. Matriz de consistencia.	95
	Anexo N° 2. Fotografías	96
	Anexo N° 3. Ensayos de laboratorio.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Residuos del proceso de trituración de rocas	25
Figura 2 Clasificación SUCS.....	28
Figura 3 Clasificación AASHTO.....	29
Figura 4 Trayectos de expansión al compactar.....	31
Figura 5 Tipologías de Mejoramiento de la Subrasante	34
Figura 6 Mapa de Ubicación de Chota	37
Figura 7 Mapa Vial del Distrito de Chota.....	38
Figura 8 Ubicación de la Carretera CA-940, Chota – Cajamarca	41
Figura 9 Vista de Toma de Muestras en Calicatas.....	45
Figura 10 Procedimiento para Identificar Tipo del suelo	46
Figura 11 Prueba de Humedad Natural.....	47
Figura 12 Ensayo de Granulometría del Suelo	47
Figura 13 Prueba de Plasticidad – LL.....	48
Figura 14 Ensayo de Límite Plástico del Suelo	49
Figura 15 Prueba de Proctor Modificado.....	50
Figura 16 Ensayo de CBR del Suelo	51
Figura 17 Curva de Compactación Subrasante de la Carretera CA-940, Chota.....	53
Figura 18 CBR al 0.1”, Subrasante de la Carretera CA-940, Chota.....	53
Figura 19 OCH del Suelo con Polvo de Piedra Caliza (PPC), Carretera CA-940.....	56
Figura 20 MDS del Suelo con Polvo de Piedra Caliza (PPC), Carretera CA-940	56
Figura 21 CBR al 95% MDS del Suelo con PPC, Carretera CA-940	57
Figura 22 CBR al 100% MDS del Suelo con PPC, Carretera CA-940	57
Figura 23 Curva Granulométrica del Suelo, Carretera CA-940, Chota.....	59
Figura 24 Fluidez del Suelo, Carretera CA-940, Chota.....	59
Figura 25 Límite Líquido del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Carretera CA-940.....	62
Figura 26 IP del Suelo con PPC, Carretera CA-940.....	62
Figura 27 Gradación del Polvo de Piedra Caliza.....	68
Figura 28 Espesor de Afirmado del Suelo sin Polvo de Piedra Caliza.....	69
Figura 29 Espesor del Mejoramiento del Suelo con 30% de Polvo de Piedra Caliza	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categoría de Subrasante.....	26
Tabla 2 Matriz de operalización de variables	40
Tabla 3 Distribución de muestra	42
Tabla 4 Canteras de Agregado Grueso en Chota	44
Tabla 5 Ubicación de las Calicatas en la Carretera CA-940.....	45
Tabla 6 Propiedades Mecánicas del Suelo de la Ruta CA-940, Chota	52
Tabla 7 Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 1 de la Carretera CA-940.....	55
Tabla 8 Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 2 de la Carretera CA-940.....	55
Tabla 9 Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 3 de la Carretera CA-940.....	55
Tabla 10 Propiedades Físicas del Suelo, Carretera CA-940, Chota.....	58
Tabla 11 Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 1 de la Carretera CA-940.....	61
Tabla 12 Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 2 de la Carretera CA-940.....	61
Tabla 13 Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 3 de la Carretera CA-940.....	61
Tabla 14 Cantidad de Polvo de Piedra Caliza para 1 m ³ de Suelo según Porcentajes de Adición	66
Tabla 15 Costo Unitario del Polvo de Piedra Caliza en Chota	67
Tabla 16 Propiedades Físicas del Polvo de Piedra Caliza	68
Tabla 17 Volumen de Agua para Proceso de Compactación.....	71
Tabla 18 Propiedades del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Carretera CA-940.....	72
Tabla 19 Correlaciones Pearson.....	73
Tabla 20 Prueba t-student de dos muestras, para CBR del suelo.....	73
Tabla 20 Prueba t-student de dos muestras, para CBR del suelo.....	74

RESUMEN

El polvo de piedra caliza es un subproducto de la trituración de la piedra caliza que, puede ser usado para optimar una subrasante del departamento de Cajamarca. El objetivo de la investigación fue “Evaluar el mejoramiento de la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023”. La investigación de enfoque cuantitativo tuvo como muestra tres calicatas distribuidas homogéneamente en la carretera CA-940 de Chota, donde se tomaron muestras que, fueron ensayadas para determinar las propiedades del suelo con 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% de polvo de piedra caliza. Se ha determinado que, a medida que, se acrecienta el polvo de piedra caliza se menora el límite líquido y el índice de plasticidad, pero no tiene efecto en el límite plástico. Así mismo, disminuye el óptimo contenido de humedad, y acrecienta la capacidad de soporte del suelo. Por lo que, se concluyó que, la adición de polvo de piedra caliza influye en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, Chota-Cajamarca, con un coeficiente Pearson de 0.556 y 0.537 para el CBR al 95% y 100% MDS respectivamente, pero el índice de plasticidad mantiene un coeficiente de correlación bajo e indirecto de -0.17; así mismo, el porcentaje adecuado de incorporación de polvo de piedra caliza es de 30% logrando alcanzar 8.2%, 11.6% y 8.2% de CBR al 100% MDS para las calicatas 1, 2 y 3 de la carretera CA-940.

Palabras clave: Capacidad de soporte (CBR), plasticidad, carretera, suelo, caliza.

ABSTRACT

Limestone powder is a by-product of limestone crushing that can be used to optimize a subgrade in the department of Cajamarca. The objective of the research was "To evaluate the improvement of the clayey subgrade with the purpose of increasing its physical-mechanical properties by adding limestone powder, Chota-Cajamarca, 2023". The quantitative approach research had as a sample three homogeneously distributed pits on the CA-940 highway in Chota, where samples were taken and tested to determine the properties of the soil with 22.5%, 25%, 27.5%, 30% and 32.5% of limestone powder. It has been determined that, as the limestone powder increases, the liquid limit and the plasticity index decrease, but it has no effect on the plastic limit. Likewise, it decreases the optimum moisture content and increases the bearing capacity of the soil. Therefore, it was concluded that the addition of limestone powder influences the mechanical properties of the clayey soil, Chota-Cajamarca, with a Pearson coefficient of 0.556 and 0.537 for the CBR at 95% and 100% MDS respectively, but the plasticity index maintains a low and indirect correlation coefficient of -0.17; likewise, the appropriate percentage of limestone dust incorporation is 30%, achieving 8.2%, 11.6% and 8.2% of CBR at 100% MDS for test pits 1, 2 and 3 of road CA-940.

Key words: Bearing capacity (CBR), plasticity, road, soil, limestone.

INTRODUCCIÓN

La estabilización de subrasantes con suelo arcilloso es un desafío común en la construcción de carreteras y otras infraestructuras. La presencia de arcilla en el suelo puede resultar en problemas de expansión y contracción, lo que afecta negativamente a la subrasante. En este contexto, el polvo de piedra caliza como estabilizante ha ganado atención debido a sus propiedades químicas y físicas favorables. El objetivo fue analizar la influencia del polvo de piedra caliza en las propiedades físico-mecánicas de una subrasante con suelo arcilloso, para facilitar información útil para la construcción de infraestructuras más duraderas y eficientes. Se han realizado pruebas de laboratorio para evaluar la capacidad de carga y la expansión del suelo arcilloso estabilizado con diferentes concentraciones de polvo de piedra caliza. Los resultados han permitido establecer correlaciones entre la cantidad de polvo de piedra caliza y las mejoras en las propiedades de la subrasante, lo que ha ayudado a desarrollar estrategias de estabilización más efectivas para su aplicación en futuros proyectos de construcción.

La investigación se ha organizado por medio de capítulos para su presentación:

En el capítulo I, se identifica la necesidad de mejorar la subrasante con suelo arcilloso para garantizar la estabilidad vial. Además, se aborda la importancia de estudiar el polvo de piedra caliza como una posible solución para mejorar dichas propiedades. Así mismo, se describen los antecedentes, donde se revisa la literatura existente sobre estudios previos en suelos arcillosos y su impacto en la subrasante, también se analizan los resultados obtenidos en dichos estudios y se destacan las contribuciones y limitaciones de los mismos. Se exponen los objetivos, los cuales se enfocan en determinar el impacto del adiconante en el suelo arcilloso. Asimismo, se procura evaluar la viabilidad de esta práctica para su implementación en proyectos viales.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, donde se profundiza en los conceptos y teorías fundamentales relacionados con el polvo de piedra caliza en suelos arcillosos. Se

explican los mecanismos de interacción entre el polvo de piedra caliza y el suelo arcilloso, así como los efectos esperados.

En el capítulo III, se expone el marco metodológico, donde se detallan los procedimientos y técnicas que se han utilizado para llevar a cabo la investigación. Se describen las características del suelo arcilloso y se explica el proceso de adición de polvo de piedra caliza y los correspondientes ensayos.

En el capítulo IV, se muestran los resultados derivados a partir de los ensayos realizados, donde se analizarán la subrasante con suelo arcilloso antes y después del polvo de piedra caliza. Así mismo, se ha realizado una comparación y evaluación de los resultados.

En el capítulo V, se ha llevado a cabo la discusión de los resultados, donde se han analizado los hallazgos obtenidos y se han contrastado con los resultados encontrados en los estudios previos. Se han discutido las implicaciones de los resultados y se identificarán posibles recomendaciones para futuras investigaciones.

En el capítulo VI, están las conclusiones obtenidas a partir del estudio, donde se resume los hallazgos principales y se responden a los objetivos planteados.

Finalmente, en el capítulo VII, recomendaciones, se discuten las implicaciones prácticas y los posibles beneficios del aditamento de polvo de piedra caliza en el suelo arcilloso, así como las limitaciones y sugerencias para investigaciones futuras.

I. Introducción

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

La Provincia de Chota, se ve amenazada constantemente por las inclemencias climatológicas, las precipitaciones pluviales generan defectos las vías como baches, acolchonamientos, deformación, lodazal, entre otros, y la época de estiaje ocasiona el incremento del polvo, encalaminado y erosión que, ocasionan la falta de transitabilidad y altos costos de mantenimiento en la carretera, además, al ser la vía de conexión de los carros de carga pesada, dificulta el desarrollo del comercio en el distrito ya que, estos vehículos no pueden acceder a la ciudad y otras ciudades conexas, siendo perjudicial para la economía de la provincia de Chota y región de Cajamarca, pero también, representa un serio problema para las personas del lugar y las personas que, usan la ruta, ya que, la mala calidad de la subrasante puede ocasionar accidentes de tránsito, debido a que, tal como argumentan los transeúntes, el suelo predominantemente arcilloso se expande y ocasiona que, los vehículos se queden estacados en la vía, o se vean arrastrados por el efecto expansión – hinchamiento del suelo, lo que, preocupa enormemente a la población, y esperan que, la ruta sea estabilizada, a fin de evitar problemas a la salud de las personas y a la economía del distrito de Chota

La subrasante es el material sobre el que, se construyen proyectos de ingeniería, como terraplenes, carreteras y vías férreas, pero desafortunadamente, a veces, el suelo tiene baja capacidad de soporte (CBR) y es altamente expansivo (Ibrahim et al., 2020). La presencia de subrasantes expansivas presenta un desafío para la construcción de carreteras y, debido a sus cambios drásticos de volumen, es mejor estabilizar el suelo (Ahmed et al., 2020).

Los aglutinantes más comunes para mejorar el suelo son el cemento y la cal, o una mezcla de ambos (Ali et al., 2023). Sin embargo, estos aglutinantes tienen altas emisiones de

CO₂ y utilizan grandes cantidades de materia prima durante su proceso de fabricación (Andrew, 2018).

En este sentido, el uso de subproductos industriales tiene dos efectos ambientales positivos (Branca et al., 2020). Por un lado, evita el uso de aglutinantes tradicionales, como el cemento o cal, que tienen un efecto ambiental negativo (Lindh & Lemenkova, 2022). Por otro, evita el vertido de los residuos en vertedero, lo que presenta un fuerte impacto ambiental (Ewa et al., 2023).

En el país, la piedra caliza es el principal mineral no metálico, en el año 2022 su extracción fue de 33,546,443 TM, donde Cajamarca fue el cuarto departamento con mayor extracción de piedra caliza con 2,131,829 TM (Ministerio de Energía y Minas, 2023). En consecuencia, cada lapso se genera gran cuantía de residuos industriales por esta actividad (Pastor y otros, 2019). Los residuos de piedra caliza producidos se depositan en vertederos generando contaminación y proliferación de micropartículas, pero pueden reducirse mediante su uso en otros materiales de construcción (Salih & Abdallah, 2022).

Ogila (2016) encontró una reducción en el hinchamiento del suelo cuando se mezclaba con polvo de piedra caliza. Sabat & Muni (2015) también informaron que las propiedades mecánicas de la arcilla mejoraron cuando se agregó polvo de piedra caliza. Sin embargo, según Pastor et al. (2019) aún hay un número limitado de estudios sobre la posible utilización de polvo de piedra caliza en la construcción, por lo que, deben realizarse más investigaciones locales.

El polvo de piedra caliza, es un subproducto de la trituración, corte y pulido de la piedra caliza (Hassan et al., 2020), está disponible en cantidades considerables en varias partes del distrito de Chota, departamento Cajamarca, siendo abundante en los vertederos de las chancadoras de piedra locales por lo que, es posible usar estos residuos para mejorar una subrasante del departamento de Cajamarca.

Según el “*Ministerio de Transportes y Comunicaciones*” (MTC, 2014) las carreteras cuya subrasante tenga un CBR menor a 6% deben ser mejoradas, logrando reducir la maleabilidad del suelo y acrecentar su capacidad de soporte (Rimal et al., 2019). La carretera CA-940 (MTC, 2016) conecta al C.P. Shitapampa con el C.P. Rambran en Chota, Cajamarca, en una trayectoria de 1.50 km, siendo una ruta de importancia local, pero que, presenta malas condiciones de transitabilidad por el bajo CBR de la subrasante (Fernández-Irigoín & Ticlla-Ríos, 2020).

1.1.2. Formulación del problema

a) Problema general

PG: ¿En qué medida se puede mejorar la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza (PPC), Chota-Cajamarca, 2023?

b) Problemas específicos

- PE1: ¿En qué medida la adición al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% PPC mejorará las propiedades mecánicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023?
- PE2: ¿En qué medida la adición al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% PPC mejorará las propiedades físicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023?
- PE3: ¿Cómo se planteará la metodología para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante?

1.2. Antecedentes

Nayak et al. (2019) en “Improvement of Geotechnical Properties of Lateritic Soil using Quarry Dust and Lime” tuvo por fin mejorar las propiedades del suelo laterítico usando polvo de cantera (PC) del 25% al 30% y cal (C) del 1% al 5%. La metodología fue de diseño

cuasiexperimental, determinaron como, resultados que, la subrasante tenía LL 35.6%, LP 23.2%, OCH de 11.4%, MDS de 21.4 KN/m³, y CBR de 18.73%, pero al adicionar 30% de polvo de cantera el CBR se incrementa a 26.58%, y luego al ir adicionando cal en remplazo del polvo de cantera se logra el CBR más alto (29.46%), con 26% PC y 4% C, por lo que, concluyeron que, se puede mejorar el suelo usando polvo de cantera y cal en carreteras.

Ewa et al. (2023) en su artículo científico “Sustainable subgrade improvement using limestone dust and sugarcane bagasse ash” tuvieron como objetivo mejorar el suelo arcilloso (A-6) de la subrasante de Calabar, utilizando polvo de piedra caliza y ceniza de bagazo de caña (CBC) del 0%, 5%, 15%, 25% y 50% del peso del suelo, por separado y en combinación. Utilizaron la metodología de diseño cuasiexperimental, determinando como, resultados que, el suelo tenía un LL de 38.44%, IP de 15.20%, MDS de 1.74 kg/m³, con un OCH de 24.5%, y CBR de 6.92%, pero al usar polvo de piedra caliza se reducía su potencial de hinchamiento, el LL disminuyó en 13.89%, la MDS aumentaba en hasta 9.8%, y el CBR presentaba un aumento de 50% a 78.5%, concluyeron que, la dosis adecuada por separado es de 15% de polvo de piedra caliza y 25% CBC, así mismo, una mezcla de ambos se puede usar para mejorar el suelo, siendo una solución sostenible.

Hassan et al. (2020) en su investigación “Effect of gravel dust and limestone dust on geotechnical properties of clayey soil” tuvieron como fin comprobar la secuela del polvo de grava y polvo de caliza (10%, 20%, 30% y 40%) en los rasgos geotécnicos del suelo arcilloso. La metodología fue de diseño cuasiexperimental; determinando como resultados que, el suelo arcilloso tenía LL 51%, IP 25%, MDD 1.8 g/cm³, OCH 15.9%, CBR 3.2%; pero los límites de Atterberg de la arcilla disminuyen según se aumente la cuantía de polvo, siendo el IP 15% con 40% de polvo de caliza y 10% con 40% de polvo de grava, así mismo, aumentan la MDS y el valor del CBR, siendo el CBR máximo de 4.2% con 20% de polvo de caliza y CBR de 11.6%

con 40% de polvo de grava, por lo que, concluyeron que, con un contenido óptimo de 20% de polvo de piedra caliza y 40% de polvo de grava el hinchamiento disminuye, y el CBR aumenta.

Salih & Abdallah (2022) en su artículo científico “Characterization of the geotechnical properties of CL soil improved by limestone” tuvo como objetivo caracterizar los rasgos geotécnicos del suelo plástico arcilloso de la gobernación de Sulaimani en el norte de Irak, mejorado con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de caliza como remplazo del suelo natural. Utilizaron la metodología de nivel explicativo. Concluyendo que, los resultados del estudio arrojan un nivel notable de mejora del suelo.

Ibrahim et al. (2020) en su investigación “Improving the geotechnical properties of high expansive clay using limestone powder” tuvieron como objetivo mejorar las características geotécnicas de las arcillas expansivas utilizando polvo de caliza en Erbil-Kurdistán de Irak, en porcentajes del 6%, 12%, 18%, 24%, 30% y 36%, utilizaron la metodología de nivel explicativa, determinando que, las propiedades geotécnicas podrían mejorarse mediante el uso de polvo de piedra caliza, por lo que, concluyeron como porcentaje óptimo de polvo de piedra caliza a 18%, que, se puede agregar al suelo expansivo y mejorar su capacidad de soporte.

Ewa D. (2022) en su estudio “Improvements of the geotechnical properties of subgrade soil using limestone dust” tuvo como objetivo mejorar la subrasante de Calabar South utilizando polvo de piedra caliza (LSD); estabilizó el suelo añadiendo LSD al 0%, 5%, 10%, 15%, 25% y 50% en peso. La metodología de diseño cuasiexperimental. Obtuvo como resultados que, el suelo arcilloso inorgánico (A-6) con gravedad específica de 2.73 g/cm³, LL de 38.44%, IP 15.20%, MDS 1.74 kg/m³, OCH 24.5%, CBR de 6.92%; pero al añadir el LSD, los límites e índices de Atterberg se mejoraron con una reducción en la plasticidad del suelo. Las características de compactación mostraron una mejora del 11.5% a medida que la MDD aumentó de 1.74 a 1.94 kg/m³ al 10 % de LSD; así mismo, el CBR aumentó un 75.86%, de

6.92 % a 12.12%. Concluyó que, el polvo de piedra caliza es un buen estabilizador sostenible del suelo.

Pastor et al. (2019) en su artículo científico “Evaluation of the improvement effect of limestone powder waste in the stabilization of swelling clayey soil” tuvo como fin adicionaron residuos de 5% a 25% de polvo de piedra caliza para optimar la subrasante arcillosa expansiva, utilizó la metodología de diseño cuasiexperimental, determinando que, el LL disminuye de 44.6% a 37.2% y el IP disminuye de 20.8% a 14.1% cuando se adiciona 25% del residuo, en cambio, el porcentaje de hinchamiento disminuye de 5.70% (suelo natural) hasta 2.22% cuando se adiciona 15% de polvo de piedra caliza, para porcentajes mayores el hinchamiento vuelve a incrementarse hasta 3.90%; así mismo, el CBR tiene un incremento del 31%, 60%, 98%, 142% y 148% cuando se agrega 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de polvo de piedra caliza. Concluyeron que, el uso del polvo de piedra caliza tiene un efecto ambiental positivo, y consigue una mejora moderada de las características geotécnicas de los suelos arcillosos.

Castro (2020) en su investigación tuvo por fin evaluar el uso de roca ígnea basalto (0%, 10%, 20% y 30%) para estabilizar subrasantes, utilizando la metodología de nivel explicativo, determinando que, la proporción más adecuada era de 70% de suelo y 30% de roca ígnea, con la que, lograron un CBR de 30%, por lo que, concluyeron que, se puede utilizar roca ígnea para estabilizar subrasantes cumpliendo con el Art. 320-13 de la normatividad colombiana.

Rodríguez & Arce (2018) en su tesis “Análisis del comportamiento de la roca ígnea volcánica basalto como alternativa de mezcla con material de subrasante areno arcilloso y material granular tipo afirmado A-38 para estructura vial” tuvo como objetivo analizar el uso de roca ígnea volcánica en el suelo areno arcilloso de la subrasante y en el material de afirmado, donde determinaron que, el material de sub rasante con 20% de basalto alcanza un CBR de 10.7%, la mezcla de 70% de suelo de subrasante y 30% de basalto alcanza un CBR de 12.5%,

la mezcla de 90% de afirmado y 10% de basalto alcanza un CBR 48.4-50%, por lo que, concluyeron que, la roca ígnea se puede usar para mejorar la subrasante.

Cruz et al. (2018) en su investigación “Estabilización de las subrasantes loésicas utilizando el descarte de piedras ornamentales” tuvieron como fin comprobar el efecto de usar el descarte de piedras ornamentales al 0%, 10%, 20% y 50% en la estabilización de subrasantes, utilizaron la metodología de diseño cuasiexperimental, obteniendo como resultados que, el suelo presentaba LL 34.6%, IP 12.2%, CBR 1%. Adicionaron 10, 20 y 50% de descarte de piedras obteniendo LL de 24.6, 26.4, 21.8%, IP de 2.9, 3.2, 6.4%, CBR de 1.22, 0.33 y 0.77%. Concluyeron que, la mezcla de loess con 10% de polvo de piedra aumenta el CBR siendo viable usarlo para estabilizar.

Campos & Pérez (2023) tuvieron como fin evaluar el resultado de usar piedra yesera fraccionada y yeso (0%, 10%, 20%, 30%, 50% y 100%) en una subrasante del distrito de Mórrope. Como parte de la metodología de diseño cuasiexperimental realizaron la excavación de siete calicatas, que, se clasificaban como suelo limoso y arcilloso de baja plasticidad, con LL de 18.67% a 32.96%, IP de 0.87% a 12.38%, CBR al 95% MDS de 4.72%, al cual adicionaron 5%, 10%, 15%, 25% y 100% de yeso, determinando CBR al 95% MDS de 12.9, 15.08, 30.94, 41.4 y 89.7%, así mismo, al usar 10, 20, 30, 50 y 100% de piedra yesera #4 alcanzaron 9.4, 11.62, 14.15, 21.96 y 23.66%; y con piedra yesera de 3/8” a 3/4” alcanzaron 8.07, 10.68, 13.40, 18.40 y 20.15% de CBR al 95% MDS, respectivamente. Por lo que, concluyeron que, para obtener una subrasante buena se puede adicionar 5% y 13% de yeso o piedra yesera molida.

Pino (2022) tuvo por fin analizar la influencia del polvo de piedra chancada al 5%, 10% y 20% en la estabilización del suelo con IP de 16.28%, MDS 1.885 g/cm³, OCH 15.20%, CBR al 95% MDS de 4.9%, subrasante de la cuadra 15 a 27 de la Av. Francisco Falman, utilizando la metodología de diseño cuasiexperimental, determinando que, el suelo con 5%, 10% y 20%

de polvo de piedra chancada alcanza IP de 12.20, 9.06, y 6.6%, MDS de 1.976, 2.094, 2.214 g/cm³, OCH de 14.27, 13.55 y 12.10%, CBR al 95% MDS de 6.91, 7.71 y 9.5%, por lo que, concluyó que, el suelo de la Av. Francisco Falman puede ser estabilizado con 20% de polvo de piedra chancada.

Vasquez (2022) tuvo como fin evaluar la añadidura de 3%, 6% y 9% de polvo de piedra de mármol (PPM), en combinación con 4% de cal (C), en el suelo de la avenida California – Chosica en Lima. Como parte de la metodología de diseño cuasiexperimental realizó tres calicatas determinando que, presentaban LL de 27% e IP de 11% a 12%, la MDS del suelo con 0, 3, 6 y 9% PPM y 4% C fue 2.107, 2.112, 2.125, 2.105 g/cm³, con OCH de 8.7, 9.1, 9.1, y 9%, alcanzando CBR al 100% MDS de 14.8, 18.2, 20.8 y 18.9%. Concluyó que, con 6% PPM y 4% C, se logra acrecentar el CBR de la subrasante.

Sialer (2021) tuvo por fin analizar la influencia de la piedra yesera en la subrasante de vías urbanas, utilizó la metodología de nivel descriptivo verificando que, el suelo era arena mal graduada (SP) por tanto, no presenta plasticidad, así mismo, la DMS del suelo con 0%, 10%, 20% y 30% de piedra yesera era 1.78, 1.56, 1.75 y 1.94 gr/cm³, el OCH era 18.47, 9.71, 11.03, y 11.88%, el CBR al 100% MDS era 6.90, 10.5, 12.6 y 13.9%, respectivamente. Concluyó que, aplicando más de 30% de piedra yesera en el suelo natural se logra estabilizar la subrasante de vías no pavimentadas.

Diaz & Linares (2021) en su investigación “Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización de una subrasante, Moyobamba, 2021” tuvo por fin evaluar la mejora de la subrasante, como parte de la sistemática de nivel explicativo realizaron dos calicatas, verificando como resultados que, el suelo areno limoso (A-2-4) de MDS 1.91, OCH 12.4%, CBR al 95% MDS 4.85%, con 10%, 15% y 20% de áridos reciclados la MDS era 1.987, 2.005, 1.985 g/cm³, OCH 9.8, 9.75, 8.5%, CBR al 95% MDS era 10.25%, 15.75%, 9.5%, por lo que, concluyeron que, con 15% de áridos reciclados la subrasante era buena.

Avendaño & Chipana (2021) en su tesis “Subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021” tuvieron por objetivo evaluar el uso de residuos de roca ignimbrita (0%, 20% y 30%) en el suelo areno limoso no plástico, utilizando la metodología cuasiexperimental, alcanzaron como resultados que, el CBR al 100% MDS era 45%, y al adicionar 5% de cal, 20% y 30% de restos de ignimbrita se obtiene CBR al 100% MDS de 49%, 34% y 30%, respectivamente, por lo que, concluyeron que, la adición de residuos de ignimbrita no favorece el mejoramiento de la calle los exploradores en Arequipa.

Alburqueque & Flores (2021) tuvieron por fin analizar la adición de piedra over y concreto demolido, en la subrasante de la calle Amazonas, utilizaron 100%, 85%, 75% y 65% de over, con 0%, 15%, 25% y 35% de RCD, aplicando la metodología explicativa, obteniendo como resultados que, la MDS de 1.713, 1.695, 1.652, y 1.641 g/cm³, el CBR de 99.90, 98.90, 96.40, y 95.70%, por lo que, concluyeron que se puede estabilizar una subrasante utilizando 65% de over y 35% de RCD.

Mantilla (2019) tuvo como objetivo evaluar la subrasante del suelo arcilloso de baja plasticidad (LL 27.8% e IP 14.1%) mezclado con 0%, 6%, 8% y 10% de granalla, utilizando la metodología de nivel cuasiexperimental, obteniendo como resultados que, el CBR alcanzado era de 4.2%, 5.8%, 7.3%, 8.3%, por lo que, concluyeron que, al utilizar granalla mineral al 10% se estabiliza la subrasante logrando superar la resistencia mínima de 6% dada por el MTC (2014).

Delgado & León (2019) en su estudio “Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava-arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle Los Nogales, Piura- 2019” tuvieron como objetivo mejorar el suelo de la travesía Los Nogales, cuyo suelo de las tres calicatas excavadas era arcilloso, con CBR de 4.30, 5.10 y 4.70%, para ello, se mezclaron con 40% de grava 1”, 10% de grava ½”, 10% de arena arcillosa y 40% del material propio

alcanzando CBR al 100% MDS de 19.4%, MDS de 1.79 g/cm³, OCH de 11.7%. Por lo que, concluyeron que, el suelo natural califica como subrasante pobre, pero al utilizar mezclas de grava – arcilla, se logra incrementar el CBR hasta alcanzar una subrasante buena según el MTC (2014).

Vela (2018) tuvo como objetivo evaluar la piedra para optimar la subrasante de 12 calicatas de la carretera al centro poblado Mamonaquihua en San Martín, utilizó la metodología de nivel explicativo, obtuvo como resultados que, el CBR del suelo de 2.50% se consigue mejorar hasta 15.20%. por lo que, concluyó que, es viable la mejora de la subrasante con piedra.

Ruiz (2023) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el uso del polvo de piedra chancada (0%, 5%, 10% y 15%) en el suelo arcilloso altamente plástico con CBR menor a 6%, de la carretera Chota – Shitacucho, utilizó la metodología de diseño cuasiexperimental, obteniendo como resultados que, el CBR de las calicatas 1, 2 y 3 se incrementa de 4.5, 5.2, 5.8% hasta 12.5, 13.8 y 14.5% al utilizar 15% de polvo de piedra chancada. Concluyó que, se logra incrementar el CBR al añadir polvo de piedra chancada.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

OG: Evaluar el mejoramiento de la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- OE1: Analizar en qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023.
- OE2: Evaluar en qué medida el aditamento de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023.

- OE3: Plantear la metodología para el mejoramiento de la subrasante, de acuerdo con los valores obtenidos en el caso de la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.

1.4. Justificación

La subrasante de la carretera CA-940 (MTC, 2016) que, conecta el C.P. Shitapampa con el C.P. Rambran en Chota, Cajamarca, está conformada por suelo predominantemente arcilloso, con bajo CBR (menor a 6%), por lo que, en época de lluvias (invierno y otoño) la superficie de rodadura se vuelve inestable, con fallas por deformación, lodazal, baches, surcos, entre otros; así mismo, en época de verano la contracción del suelo arcilloso, hace que, se presenten rasgos de agrietamiento, erosión, ahuellamiento y polvaredas en todo el trayecto de la ruta, generando la preocupación por parte de los pobladores, transeúntes y transportistas del lugar, que, ven como la inestabilidad del terreno genera problemas de transitabilidad en la vía, además de un constante peligro de seguridad vial, ya que, en tales condiciones los conductores podrían perder el control de sus vehículos llevando a la ocurrencia de accidentes; frente a ello, la población demanda servicios de calidad y mejoras en la infraestructura vial de la ruta, lo cual se logrará con la mejora de la subrasante de la carretera CA-940, por medio del uso de un material residual “polvo de piedra caliza chancada” que, según autores internacionales (Ahmed et al., 2020) y nacionales (Ruiz, 2023) puede aumentar los parámetros mecánicos (CBR) y disminuir la plasticidad del suelo natural, lo que es favorable para lograr la estabilidad de la carretera, por tanto, el estudio es trascendental ya que, aporta una propuesta técnica para el uso de residuos de piedra chancada para la mejora del suelo, siendo socialmente favorecidos los peatones y transeúntes de la carretera CA-940, del distrito de Chota, Cajamarca.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

HG: Se puede mejorar la subrasante arcillosa con el fin de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023.

1.5.2. Hipótesis específicas

- HE1: La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023.
- HE2: La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023.
- HE3: La metodología para el mejoramiento de la subrasante, se ha planteado de acuerdo a los resultados del caso de la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.

II. Marco teórico

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Polvo de piedra caliza

Es el residuo después del procesamiento del agregado grueso derivado por la molienda de roca o grava. Consiste en gránulos limpios con un perfil angular preferencial, duros, compactados, duraderos y preferiblemente de textura gruesa (Hassan y otros, 2020). Se considera como residuos de piedra caliza a aquellos restos de la trituración de grava que, por sus características dimensionales no están dentro del huso de gradación especificado en la NTP 400.037 (INACAL, 2021) siendo así, son residuos que, son depositados en vertederos.

Se entiende por polvo de caliza al residuo del machacamiento de grava, que es nocivo para el hormigón y por tanto es rescoldo (Morales, 2017). (Alvarez, 2005) argumenta que, químicamente se compone por CaCO_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 CaO , y más minerales. Donde, el carbonato de calcio o la sílice aumentan la firmeza del suelo, por lo que, puede ser de gran utilidad en ingeniería geotécnica como estabilizador de suelos (Salehi y otros, 2022).

Figura 1

Residuos del proceso de trituración de rocas



Nota: Tomado de “Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho” (Ruiz, 2023).

2.1.2. Subrasante

Es la faja terminada de un camino nivelado (corte y relleno). Su capacidad para soportar los escenarios de uso, junto con el tráfico y las propiedades del material de construcción del pavimento, constituye la variable fundamental para el análisis de elementos que se situarán sobre él (MTC, 2014). La constitución de la subrasante implica compactar el suelo hasta el OCH y MDS para garantizar un soporte de pavimento uniforme y firme (Alburquerque & Flores, 2021).

La subrasante se divide en diferentes categorías en base al CBR del suelo que, la conforma, siendo así el (MTC, 2014) describe las cinco categorías posibles de una subrasante, donde esta requerirá ser estabilizada si presenta una categoría inadecuado o insuficiente (CBR < 6%).

Tabla 1

Categoría de Subrasante

Categoría (S)	0	1	2	3	4	5
CBR (%)	<3	3-6	6-10	10-20	20-30	≥ 30
	Inadecuada	Insuficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente

Nota: La subrasante se puede clasificar dependiente del CBR que alcance, siendo así, si presenta un CBR menor a 6% se considera insuficiente para su uso vial. Adaptada del “Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos” por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

La subrasante está constituida por el suelo. El suelo es una colección con organización y propiedades definidas (Juárez & Rico, 2005); son la unidad más externa de la corteza terrestre; pueden usarse en el estado en que se encuentran, o excavarse y procesarse para adaptarse al proyecto (Chávez & Odar, 2019). El suelo puede ser: Gravas de \emptyset 4.75 – 6.72 mm; arena \emptyset 0.075 – 4.75 mm; limos son finos de 0.075 mm; arcillas con menos de 0.075 mm con características plásticas al contacto con agua; turbas; o una mezcla de varios tipos de suelo (Crespo, 2012).

Los suelos se clasifican según SUCS o AASHTO.

SUCS es un procedimiento de clasificación más completo define a la muestra en base a su plasticidad, gradación, etc., por lo que, es el método más común en ingeniería geotécnica (Campos & Guardia, 2005).

AASHTO se utiliza comúnmente para la categorización vial. Distingue entre (a) granulares, $\leq 35\%$ de suelos pasados por un tamiz No. 200 (t200), que consisten en los grupos A-1,2 y 3, y (b) finos, con dosis que exceda de t200, $> 35\%$ de suelo. Asimismo, el grupo también tiene un índice de grupo (IG), donde los valores más altos indican una peor calidad del suelo (Toledo, 2014). El IG es un índice estandarizado, comúnmente utilizado para catalogar al suelo, según principalmente el límite de Atterberg (MTC, 2014).

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd) \quad (1)$$

Donde: a = F-35 y b = F-15 (F % que pasa por el tamiz de 200), c = LL - 40 y d = IP-10 (LL límite líquido e IP Índice Plástico).

Figura 2

Clasificación SUCS

DIVISIÓN MAYOR		GRUPO SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DEL LABORATORIO				
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES MAYOR QUE EL TAMIZ N° 4	GRAVA LIMPIA (Poco o ningún fino)	GW Grava bien graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningún fino	Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción mayor que el tamiz N° 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así:	mayor que 4 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$			
			GP Grava mal graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningún fino		entre 1 y 3 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} + D_{60})}$			
		GRAVA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM		d Grava con limos, grava mal graduada muy limosa. Mezcla grava, arena y arcilla	No reúne los requisitos de granulometría para GW	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4	Por encima de la línea "A" con IP entre 4 y 7, estaremos en un caso "límite" y usarse los dos símbolos
					u Grava con limos, grava mal graduada muy limosa. Mezcla grava, arena y arcilla			
		GC Mezcla bien graduada de gran, arena y arcilla. Excelente aglutinante	Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7		Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7			
		MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES MENOR QUE EL TAMIZ N° 4	ARENA LIMPIA (Poco o ningún fino)		SW Arena bien graduada y arena gravilosa, poco o ningún fino	Más del 9% GW, GP, SW, SP Más del 12% GM, OC, SM, SC 5% al 12% Caso límite usar los dos símbolos poco o ningún fin	mayor que 6 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	
	SP Arena mal graduada, arena gravilosa, pocos o ningún fino			entre 1 y 3 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} + D_{60})}$				
	ARENA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)		SM	d Arena con limos, arena muy limosa, mezcla arena y arcilla	No reúne los requisitos de granulometría para SW		Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4	Las líneas trazadas en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos límite y deben usarse los dos símbolos
				u Arena con limos, arena muy limosa, mezcla arena y arcilla				
	SC Mezcla bien graduada arena y arcilla. Excelente aglutinante		Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7	Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7				
	SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200		LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es menor de 50)	ML Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina con ligera plasticidad				
		CL Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad. Arcilla arenosa, arcilla gravilosa, arcilla firme, arcilla floja						
OL Limos orgánicos, limos-arcilla orgánica de baja plasticidad								
LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es mayor de 50)		MH Limos inorgánicos, arena fina micáceos o diatomeas suelo limoso, suelo elástico						
		CH Arcilla inorgánica de alta plasticidad						
		OH Arcilla orgánica de media a alta plasticidad						
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt Turbas y otros suelos altamente orgánicos						

Nota: Tomado de “Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo la Serma – Tambillo Jaén, Cajamarca” por (Chincay, 2018).

Figura 3

Clasificación AASHTO

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
% que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	min. 51 máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Rasgos de la fracción que pasa del tamiz (N° 40) LL (límite líquido) IP (índice de plasticidad)				máx. 40 máx. 10	min. 41 máx. 10	máx. 40 mín. 11	min. 41 mín. 11	máx. 40 máx. 10	Min. 41 máx. 10	máx. 40	min. 41 mín. 11 (a)	min. 41 min. 11
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis, ejemplo: A-4(5), A-7-5 (17), etc.

$IG = (F-35) [0.2+0.005 ((1-40))] + 0.01 (F-15) (IP-10)$.

Nota: Adaptada del “Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos” por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

2.1.3. *Propiedades mecánicas*

Las propiedades mecánicas caracterizan su capacidad para resistir cargas que, actúan sobre este, siendo así, establece la resistencia, soporte, tenacidad, dureza del suelo. En el caso de carreteras los parámetros mecánicos que, se toman en cuenta son: compactación, expansión y capacidad de soporte CBR (Taype, 2016).

Capacidad de soporte (CBR). El desempeño del suelo es el factor vital (Bañon & Beviá, 2000). En el caso de las muestras ensayadas luego de la impregnación, puede obtenerse una curva de compactación, ya que las muestras absorben agua y se hinchan durante la saturación. Por lo tanto, para determinar el CBR de los suelos de las carreteras, se utiliza la MDS y el OCH (Rico & Del Castillo, 2017). Siendo así el CBR es el índice de correlación de carga de California y se usa para estimar la capacidad del suelo en circunstancias dadas de compactación (Morocho & Casaverde, 2022). En las carreteras, el CBR es una medida del soporte del suelo al esfuerzo cortante en función de la densidad y la humedad (Capia, 2020). El CBR es el valor de soporte relativo determinado por la inserción de la fuerza a través de la masa del suelo (MTC, 2018).

$$CBR\% = \frac{Cue}{Cup} \times 100 \quad (2)$$

Donde: Cue= carga unitaria del ensayo, CBR= capacidad de soporte del suelo,

Cup= carga unitaria patrón.

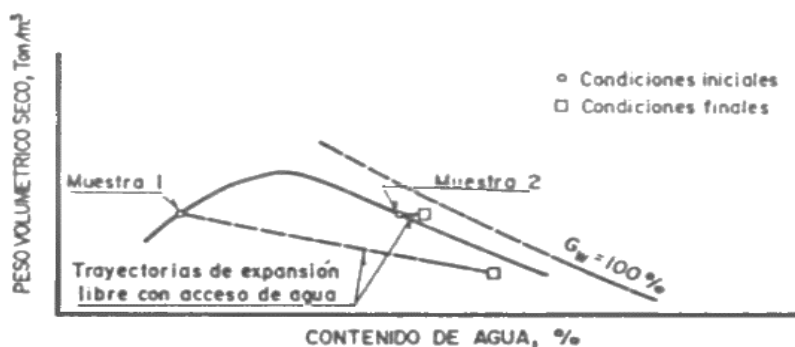
Expansión. La deformación estructural del suelo tiene dos componentes: (1) la expansión de la distancia entre las partículas y (2) la disminución de la distancia entre las partículas. Cuando dos muestras de suelo se compactan y, una y otra tiene un contenido de humedad más bajo y alto que el óptimo, el proceso de carga produce un comportamiento que se mide en términos de deformación del volumen a través de la compresibilidad y el hinchamiento. El hinchamiento depende del método de compactación, siendo la estática mayor que por amasado, y esta discrepancia aumenta al aumentar la energía de compactación (Rico & Del Castillo, 2017).

Siendo así, las variaciones en el volumen del suelo se dan por la humedad (Meza, 2016). En las carreteras, se cuantifica mediante la prueba de expansión como parte de la prueba de CBR, que implica verificar las condiciones del suelo después de 96 horas de empalme en agua (Paucar, 2011).

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100 \quad (3)$$

Figura 4

Trayectos de expansión al compactar



Nota: (Rico & Del Castillo, 2017).

2.1.4. Propiedades físicas

Caracterizan los materiales por dimensión y la proporción en la matriz del suelo (Taype, 2016).

Compactación de suelos. Es la merma de vacíos en el suelo mediante la eliminación del aire con el uso de apisonadoras; es un método destinado a mejorar el suelo aplicando energía de compactación (Oliva, 2010). Se utiliza para mejorar el suelo por acción mecánica con o sin agua, la estructura del suelo se vuelve densa a medida que se expulsa el aire. Cuando se compacta, el suelo resiste más, y se asienta menos (menos comprimible). No obstante, si la compactación no es suficiente, aparecerán grietas en el pavimento (Ishibashi & Hazarika, 2015).

- **Máxima densidad seca (MDS).** Se define por la curva de compactación al OCH, determinada por la prueba de Proctor estándar o modificado (MTC, 2018).

- **Óptimo contenido de humedad (OCH).** Humedad para obtener la MDS (Shafigh et al., 2020).

$$D_s = \frac{D_h}{(100+H\%)} \times 100 \quad (4)$$

Donde, D_s y D_h densidad seca y húmeda, W humedad.

Granulometría. La proporción de partículas de suelo involucradas por tamaños (gradación) de forma que, se cuantifica (Duque & Escobar, 2002).

$$\% \text{retenido } T = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{peso Total}} \times 100 \quad (5)$$

$$\% \text{ Pasa } T = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \quad (6)$$

Contenido de humedad. Relación del peso del agua y el peso del sólido en la masa del suelo (Lancheros & Bernal, 2009).

$$H\% = \frac{W'h - W's}{W's} \times 100 \quad (7)$$

Donde: $W'h$ peso del suelo natural, $W's$ peso del suelo seco.

Límites de consistencia. Se basan en que, el suelo se puede presentar en variados estados según el contenido de agua (Garrido et al., 2015).

- **Límite líquido (LL).** Humedad del suelo por debajo del que, se da el estado plástico. Cuando los suelos alcancen un porcentaje de humedad superior a LL, su estado será fluido viscoso (Botía, 2015).
- **Límite plástico (LP).** Límite entre el estado semisólido y plástico del suelo (Botía, 2015).
- **IP.** Hito de la maleabilidad del suelo (MTC, 2014).

$$LL = W^n \times \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad (8)$$

$$LL = k \times W^n \quad (9)$$

Donde, (MTC, 2016) especifica que, W^n humedad del suelo, K es 1 para N 25; N cantidad de golpes.

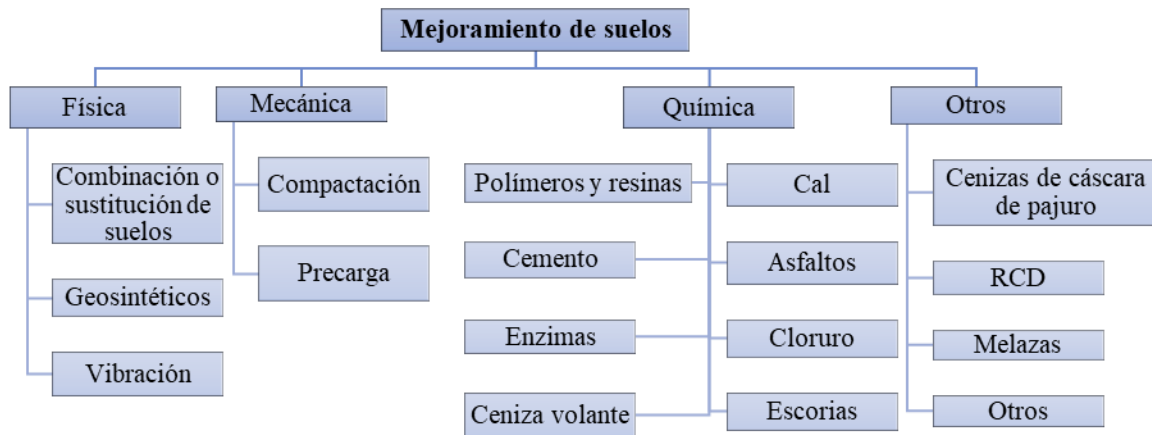
$$LP = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad (10)$$

$$\text{Índice de plasticidad } IP = LL - LP \quad (11)$$

2.1.5. Estabilización de carreteras

Se busca mejorar el suelo a través de diferentes procesos, pero para entender este proceso primero se define qué es una carretera; es una vía de tráfico vehicular con características determinadas según normas técnicas vigentes (MTC, 2018). Una curvatura del espacio diseñada para garantizar un viaje espacial continuo; en el que se realizan todos los principios y normas del arte de la proyección (Fienco et al., 2017). Las carreteras se clasifican por demanda (MTC, 2018) en: autopistas de 1ra clase (>6000 veh/día) y 2da clase (4001 - 6000 veh/día), carreteras de 1ra clase (2001-4000 veh/día), 2da clase (400-2000 veh/día), 3ra clase (<400 veh/día), trochas carrozables (<200 veh/día). Para que, una carretera sea transitable, debe presentar una buena capa de rodamiento, pero, está condicionada por el CBR del suelo sobre el que, se asienta (Alburquerque & Flores, 2021).

La estabilización es el proceso de aplicar ciertos tratamientos a los suelos naturales para mejorar el suelo (Laica, 2016). Es la mejora del suelo mediante la combinación de procedimientos y productos. Esta estabilización comúnmente se realiza en subrasantes inadecuadas o pobres con un CBR inferior al 6% (MTC, 2014). La estabilidad de la subrasante está determinada por alta plasticidad y baja capacidad mecánica, sensibilidad a la humedad y la influencia de la deformación plástica bajo carga, se busca mejorar las propiedades (Silvestre, 2018).

Figura 5*Tipologías de Mejoramiento de la Subrasante*

Nota: adaptado del “Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos; sección suelos y pavimentados” Ministerio de Transportes y Comunicados (MTC, 2014).

El CBR de la subrasante debe cumplir con el valor de diseño, no se aceptarán valores inferiores. Por lo tanto, si el material utilizado en la carretera no cumple con las características generales descritas anteriormente ($CBR > 6\%$), el suelo se estabilizará en consecuencia (Ramos & Torres, 2012).

Estabilización física. Mejora de la gradación del suelo. Esto permite una compresión estable, incluida la compresión con suficiente humedad; según (MTC, 2014) se puede estabilizar por combinación de suelos (Considere combinar o mezclar material de suelo existente con material prestado) o por sustitución del suelo (Cuando se prevé construir una subrasante con material agregado).

Estabilización mecánica. Su objetivo es optimar el suelo sin afectar su estructura básica, como herramienta se usa la compactación (MTC, 2014).

Estabilización química. Esta técnica moderna hace uso de sustancias químicas, cuyo uso implica cambios en la estructura del suelo en estudio (Laica, 2016). Se estabiliza el suelo con aditivos químicos (MTC, 2014).

Estabilización de la subrasante con métodos sostenibles. Los caminos sin pavimentar a menudo presentan problemas de tráfico durante lluvias y problemas de polvo durante días soleados. Ante este problema, el uso de productos estabilizadores o aditivos como alternativa puede aprovechar los materiales residuales para mejorar la transitabilidad (Ulate-Castillo, 2017). Siendo así, en la actualidad existe la tendencia creciente por buscar métodos sostenibles para la estabilización de carreteras, entre los que, destacan el uso de residuos industriales como elementos de mejoramiento del CBR (Ulate-Castillo, 2017). Entre los métodos sostenibles para mejorar el suelo, destaca el uso de polvo de roca caliza como estabilizante vial; autores como, (Amulya et al., 2021), (Etim et al., 2021), (Hubballi et al., 2021), (Tamiru & Ponnurangam, 2019), (Birhane, 2020), (Ruiz, 2023), (Sialer, 2021), (Singh et al., 2021), (Dar & Bhalla, 2020) entre otros; recomiendan el uso de este tipo de residuo de la industria de la construcción, como material estabilizante por su alto contenido de carbonatos y silicatos que, pueden servir para lograr formar una matriz rígida al contacto con el agua controlando así el hinchamiento y deformación del suelo, no obstante, ello depende de la clase de suelo por lo que, se recomienda su análisis local previo a su uso.

III. Método

3.1. Tipo de investigación

El enfoque es cuantitativo, se ha mantenido un proceso metódico para encontrar datos cuantificables (Hernández et al., 2014), en este caso se han seguido las NTP para analizar la subrasante de la carretera CA-940 de la región Cajamarca, a fin de proponer su estabilización con polvo de piedra caliza, obteniendo principalmente el CBR.

El tipo aplicado, se efectúa por fines prácticos, para adecuar o cambiar aspectos (Carrasco, 2006), se ha aplicado en este caso el polvo de piedra caliza para generar un efecto en la subrasante de la vía CA-940.

El nivel del estudio es explicativo, se dirige fundamentalmente a explicar la correspondencia de causa – efecto del fenómeno (Cauas, 2015), porque se ha explicado el efecto del polvo de piedra caliza en el suelo.

El diseño es no experimental de tipo, causal, de acuerdo a ello, (Carrasco, 2006) este modelo propone un grupo que, se ve influenciado por una causa (estableciendo una relación causa efecto), donde la causa es la incorporación de polvo de piedra caliza y el efecto se da en el suelo de la ruta CA-940.

$$M \rightarrow \begin{matrix} y1 \\ x \\ y2 \end{matrix} \quad (12)$$

Donde: M es muestra, x es el tratamiento para optimar la subrasante, y propiedades: y1 físicas, y2 mecánicas del suelo arcilloso.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El estudio se ha llevado a cabo en 5 meses, desde abril a agosto de 2023. En la carretera CA-940 de Chota, Chota, región Cajamarca.

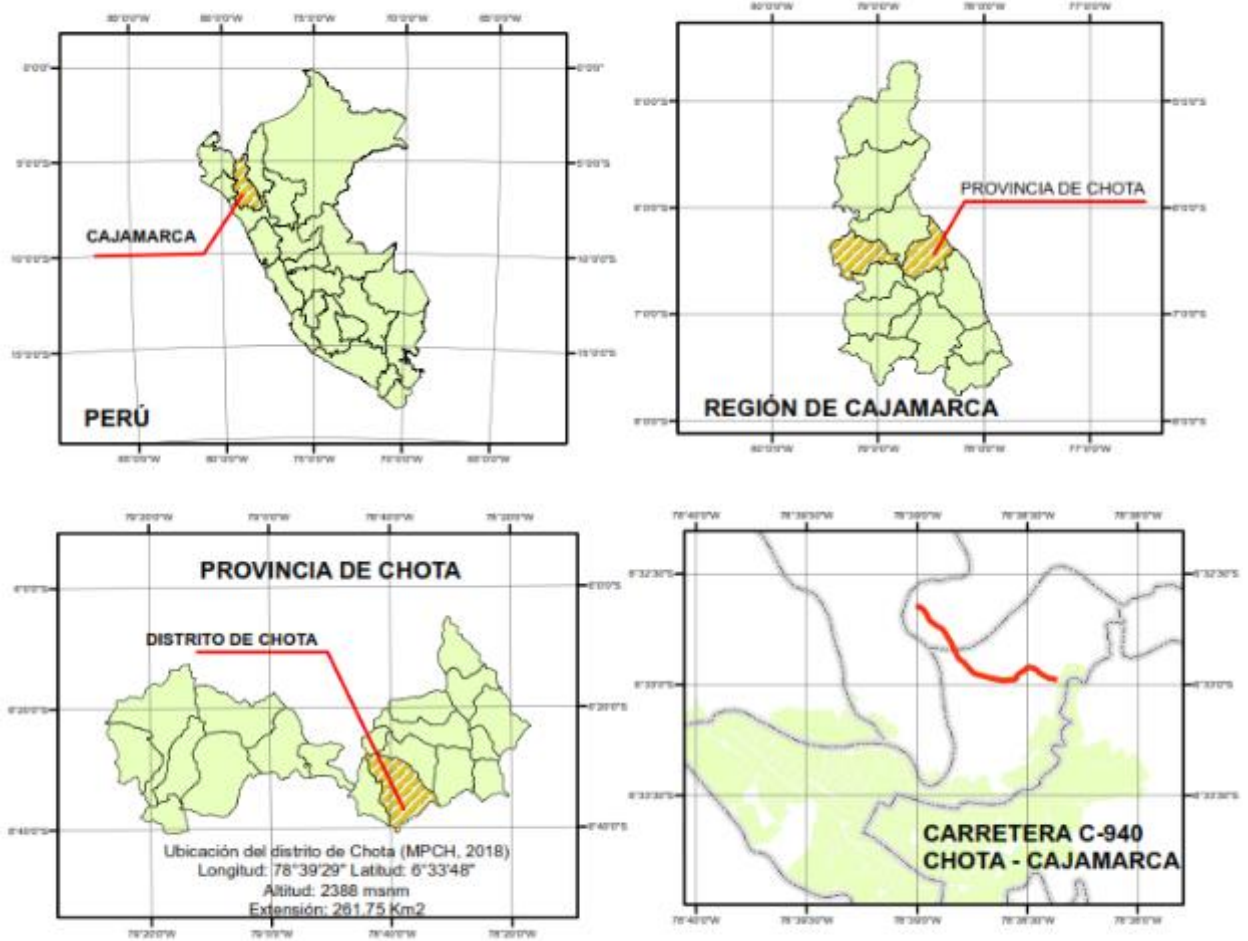
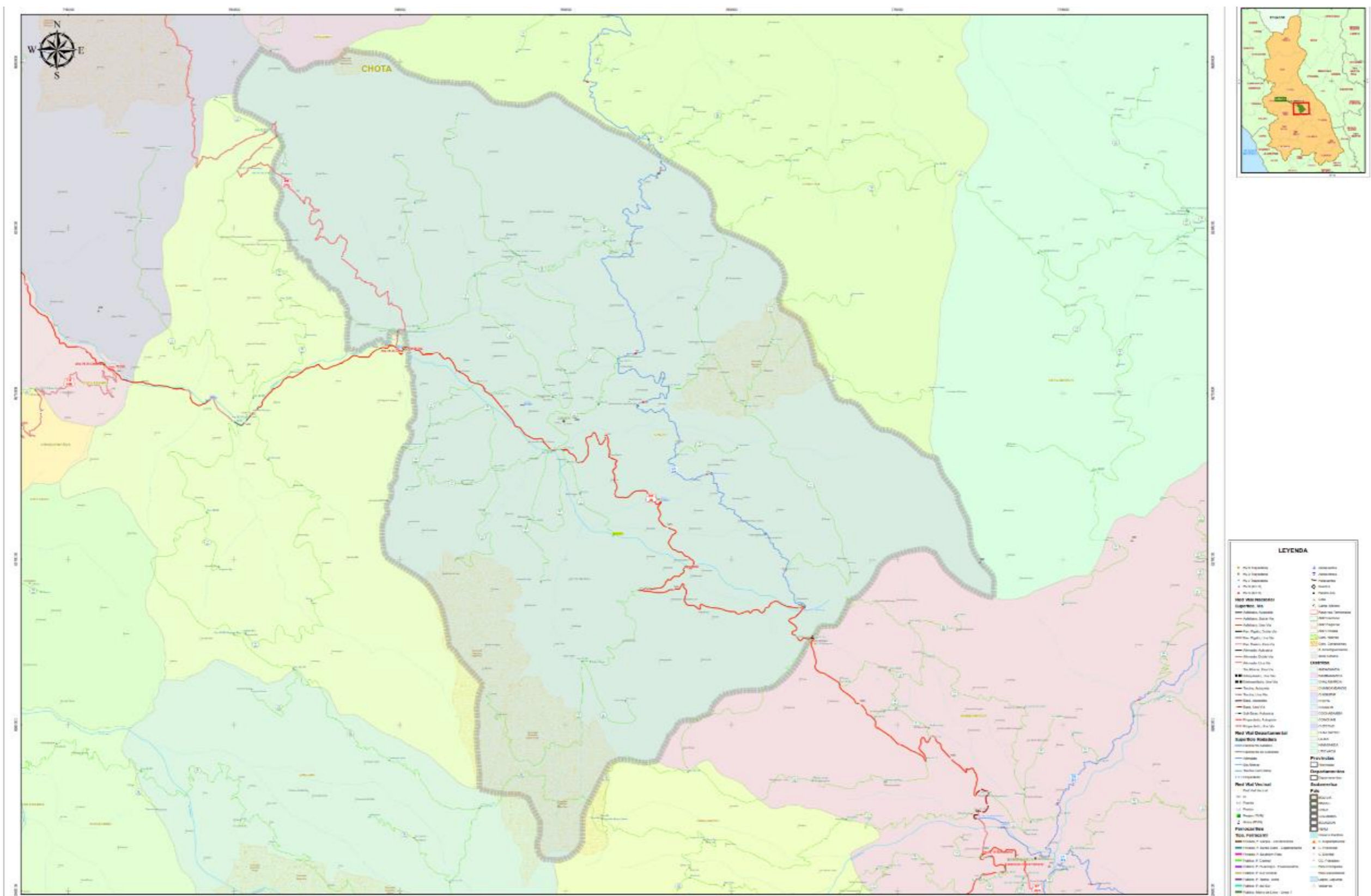
Figura 6*Mapa de Ubicación de Chota*

Figura 7 Mapa Vial del Distrito de Chota



Nota: Tomado de "Actualización del clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras – SINAC" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016).

3.3. Variables

3.3.1. *Variable independiente: Mejoramiento de la subrasante*

Se considera como polvo de piedra caliza al material residual producto de la trituración de piedras calizas que, pasa el tamiz N° 100, y que, es depositado en vertederos por parte de los encargados de las chancadoras de agregado grueso en Chota. Representa la mejora de la subrasante mediante la combinación de procedimientos mecánicos y polvo de piedra caliza (Laica, 2016). Este mejoramiento comúnmente se realiza en suelos de subrasante inadecuados o pobres, que presentan CBR menor a 6% (MTC, 2014).

Dimensiones: Adición de polvo de piedra caliza

Se concibe por polvo de caliza el residuo de la trituración de la grava, que es nocivo para el hormigón y por tanto se considera rescoldo (Morales, 2017). Es la proporción de material que, se adicionara para mejorar la subrasante, se ha determinado en relación a los antecedentes de estudio a fin de determinar la dosificación o proporción más adecuada de polvo de piedra caliza.

Indicadores: 0%, 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 22.5%

Son las dosificaciones de material (polvo de piedra caliza) que, se adicionará para evaluar la influencia en la subrasante.

3.3.2. *Variable dependiente: Propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso*

Se refieren a las características esenciales y las funciones relacionadas con la composición y comportamiento de este tipo de suelo. El suelo arcilloso tiene una alta proporción de partículas de tamaño arcilla, las cuales son muy pequeñas y tienen la capacidad de retener agua y nutrientes. Esta característica hace que el suelo arcilloso sea muy fértil, pero también puede presentar problemas de drenaje y compactación.

Dimensiones: Propiedades físico mecánicas

Propiedades físicas. Caracterizan al material en cuanto al tamaño y proporción de sus partículas dentro de la matriz del suelo (Taype, 2016).

Indicadores: humedad, granulometría, LL, LP, IP, OCH, MDS.

Propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas son aquellas que, caracterizan la resistencia del suelo y su capacidad para resistir cargas que, actúan sobre este, siendo así, establece la resistencia, tenacidad, dureza y soporte del suelo. En el caso de carreteras los parámetros mecánicos que, se toman en cuenta son: compactación, expansión y capacidad de soporte CBR (Taype, 2016).

Indicadores: expansión, CBR al 95% y 100% MDS.

Tabla 2

Matriz de operalización de variables

Variables	Definición	Dimensiones	Operacional	Indicadores	Ítem		
VI Mejoramiento de la subrasante	Representa la mejora del suelo mediante la combinación de procedimientos mecánicos y polvo de piedra caliza (Laica, 2016)	Aditamento de polvo de piedra caliza	Es la proporción de material que, se adicionara para mejorar el suelo, se ha determinado en relación a los antecedentes de estudio (Morales, 2017).	0%	%		
				22.5%	%		
				25%	%		
				27.5%	%		
				30%	%		
				32.5%	%		
VD Propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso	Se refieren a las características esenciales y las funciones relacionadas con la composición y comportamiento de este tipo de suelo.	Propiedades físicas	Las propiedades físicas caracterizan al material en cuanto al tamaño y proporción de sus partículas dentro de la matriz del suelo (Taype, 2016).	Contenido de humedad	%		
				Granulometría	%		
				LL	%		
				LP	%		
				IP	%		
		OCH		%			
		MDS		g/cm ³			
		Propiedades mecánicas		Las propiedades mecánicas son aquellas que, caracterizan la resistencia del suelo y su capacidad para resistir cargas que, actúan sobre este.	Propiedades mecánicas	Expansión	%
						CBR	%

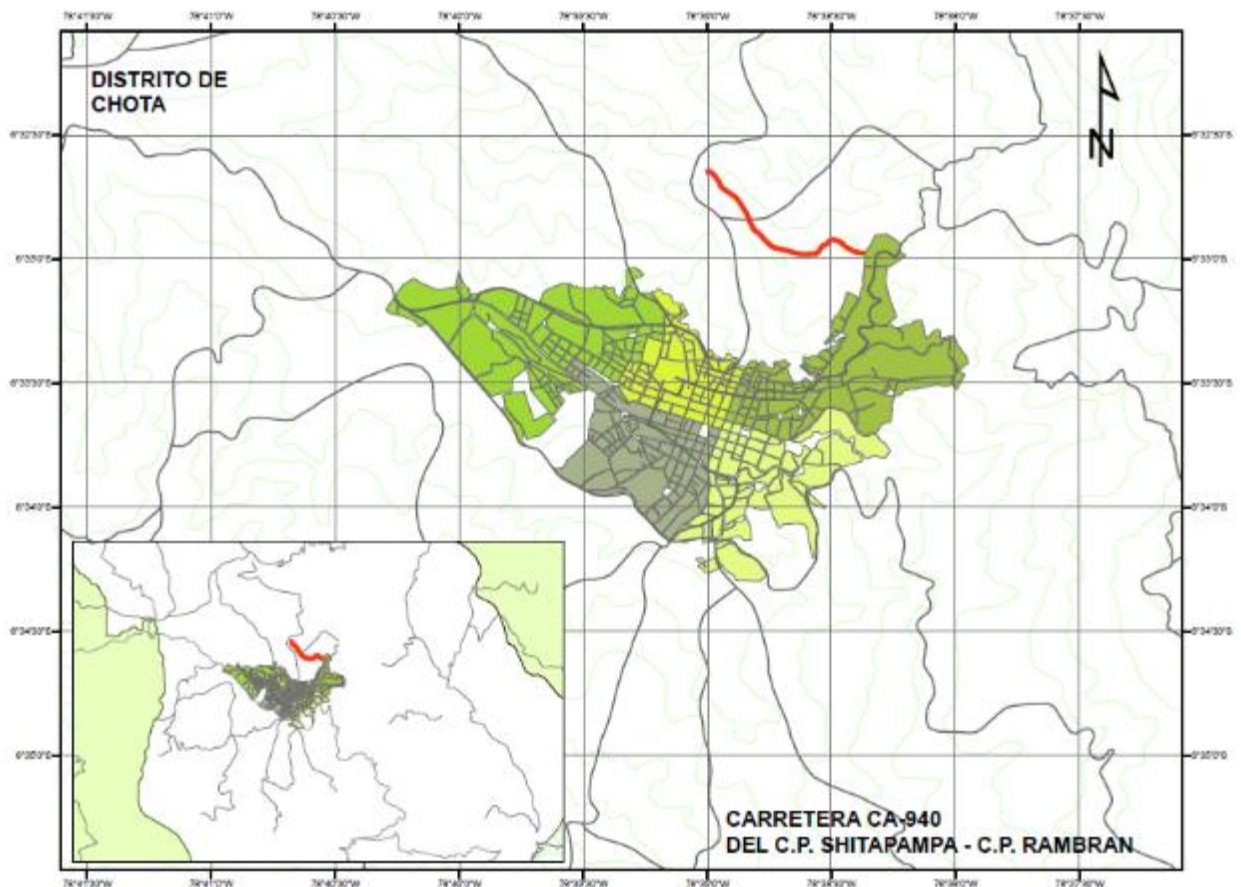
3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La carretera CA-940 (MTC, 2016) que, conecta el C.P. Shitapampa con el C.P. Rambran en Chota, Cajamarca, en una trayectoria de 6.0 km, de los kilómetros 0+000 al 6+000. Siendo una ruta de importancia local, pero que, presenta malas condiciones de transitabilidad por el bajo CBR del suelo (Fernández-Irigoín & Ticlla-Ríos, 2020).

Figura 8

Ubicación de la Carretera CA-940, Chota – Cajamarca



3.4.2. Muestra

La muestra estuvo compuesta por km 0+000 al 1+500 de la subrasante de la carretera CA-940, distrito de Chota-Cajamarca (tramo crítico). Se han realizado 3 calicatas de 1.5 m en los km 0+250, 0+750, 1+250.

3.4.3. Muestreo

Por conveniencia para la investigación, el muestreo fue no probabilístico, de acuerdo con (MTC, 2014), donde se especifica que, para una carretera de 3ra clase se requiere al menos 1 calicata por cada kilómetro de carretera, no obstante, para mayor homogeneidad de datos se ha realizado 1 calicata por cada 500 m de carretera, dando un total de tres calicatas distribuidas en la carretera CA-940 del departamento de Cajamarca. Los ensayos físico mecánicos se han realizado a cada calicata para definir el suelo que, presenta menor CBR, en este suelo se ha realizado el mejoramiento con 0%, 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% de polvo de piedra caliza.

Tabla 3

Distribución de muestra

Tipo de muestra	Calicatas		
	C-1	C-2	C-3
Suelo natural	3	3	3
Suelo + 22.5% de polvo de piedra caliza	3	3	3
Suelo + 25% de polvo de piedra caliza	3	3	3
Suelo + 27.5% de polvo de piedra caliza	3	3	3
Suelo + 30% de polvo de piedra caliza	3	3	3
Suelo + 32.5% de polvo de piedra caliza	3	3	3

3.5. Técnicas e instrumentos

3.5.1. Técnica

- **Observación sistemática.** Se ha utilizado la observación directa como método de recogida de datos para medir y visualizar la influencia en la variable dependiente. Definido como el proceso metódico de adquisición, recogida y registro de datos prácticos sobre incidentes y comportamientos con el fin de procesarlos y transformarlos en información (Carrasco, 2006).

- **Análisis de contenido.** Se ha utilizado para analizar el suelo recolectado para conocer sus propiedades físico mecánicas tanto en el suelo natural como, en el suelo con polvo de piedra caliza.
- **Comparación.** Esta técnica se ha utilizado para comparar los resultados entre sí y con el MTC (2014).

3.5.2. Instrumentos

- **Cuaderno.** Ha permitido el registro de la información observada a fin de tener datos de exploración y muestreo de suelos, así como, del proceso de recolección del polvo de piedra caliza.
- **Fichas de análisis de laboratorio.** Durante el estudio, se han usado formularios, equipos e instrumentos de laboratorio (copas Casa Grande, taras, tamices, balanzas, máquinas CBR) para realizar pruebas estandarizadas según las NTP (Norma Técnica Peruana).
- **Hoja de comparación.** Es un formato resumen que, permite el cotejo de los resultados del mejoramiento de la subrasante estabilizada, entre sí (diferentes proporciones de polvo de piedra caliza) y con el manual de carreteras (MTC, 2014).

3.6. Procedimientos

3.6.1. Recolección del polvo de piedra caliza

Para la recolección del polvo de piedra caliza se ha tomado en cuenta las canteras de agregado grueso del distrito de Chota que, expendan agregado grueso de piedra caliza, a fin de obtener los residuos del proceso de trituración de la misma, siendo así, las canteras más conocidas que, expenden piedra caliza chancada son:

Tabla 4*Canteras de Agregado Grueso en Chota*

Canteras	Ubicación	Coordenadas UTM	
		Este (m E)	Norte (m E)
San Juan	Carretera 3N, a 500 m de la plaza de Chota	758545.00	9274079.00
La Cangana	Km 5+380 de la carretera Chota – Tacabamba	761972.00	9277597.00
Cuyumalca	Centro poblado Cuyumalca	761985.00	9277564.00
Chuyabamba	Centro poblado Chuyabamba	753234.87	9279150.13
Curva grande	Carretera 3N, Chota – Bambamarca	762192.71	9269044.68

Equipos y materiales

- Polvo de piedra caliza
- Chancadora de grava
- Recipientes
- Tamiz 4.75 mm
- Comba
- Carretilla

Proceso

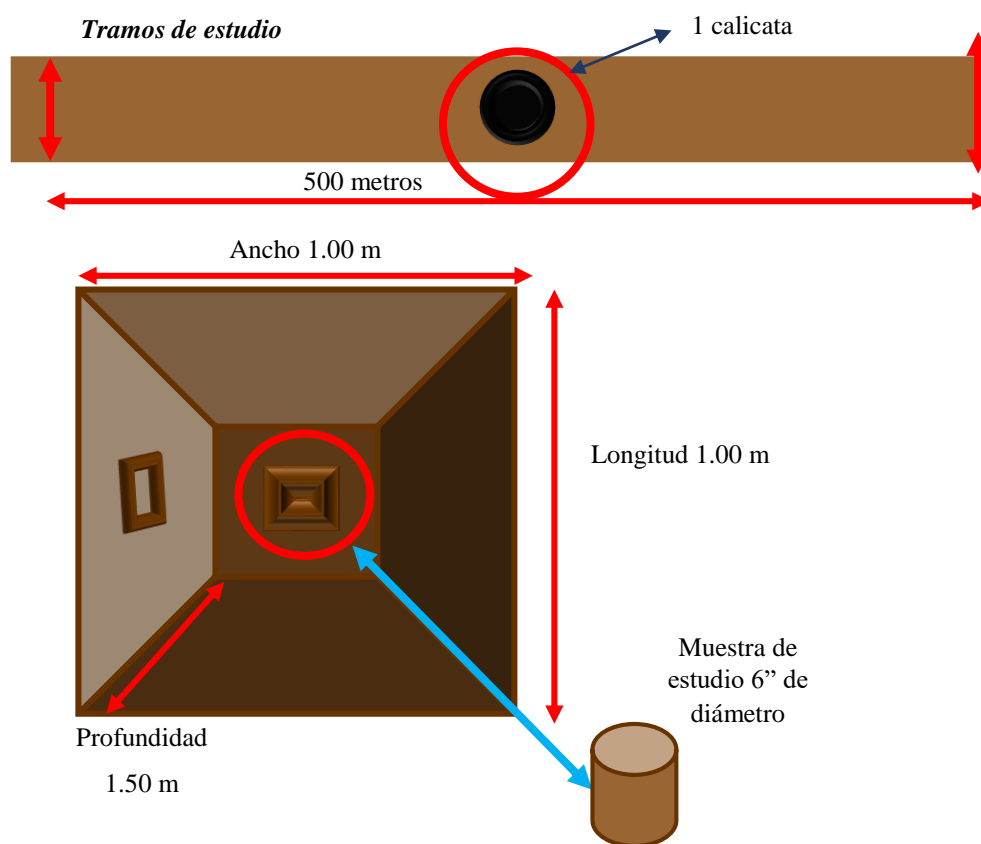
- Tamizar el agregado grueso por la malla N° 100.
- Recolectar los residuos de piedra caliza en sacos impermeables.
- Trasladas la piedra caliza a laboratorio para la ejecución de los ensayos.

3.6.2. Exploración y muestreo del suelo

Se ha realizado para conocer la estratigrafía del suelo, y obtener muestras inalteradas para la realización de los ensayos físico mecánicos, generalmente en carreteras se realiza la excavación de calicatas de 1.5 m según (Arias, 2011). Por lo que, se han excavado tres calicatas de 1.5 m homogéneamente en 1.5 km de la carretera CA-940.

Tabla 5*Ubicación de las Calicatas en la Carretera CA-940*

Calicata	Profundidad (m)	Coordenadas UTM	
		Este (m E)	Norte (m S)
C-1	1.5	760692.34	9275421.11
C-2	1.5	760273.60	9275543.24
C-3	1.5	760030.00	9275884.13

Figura 9*Vista de Toma de Muestras en Calicatas***Equipos y materiales**

- Palanas
- Picos
- Sacos

Procedimiento

- Excavar una calicata de 1.5 m de profundidad.

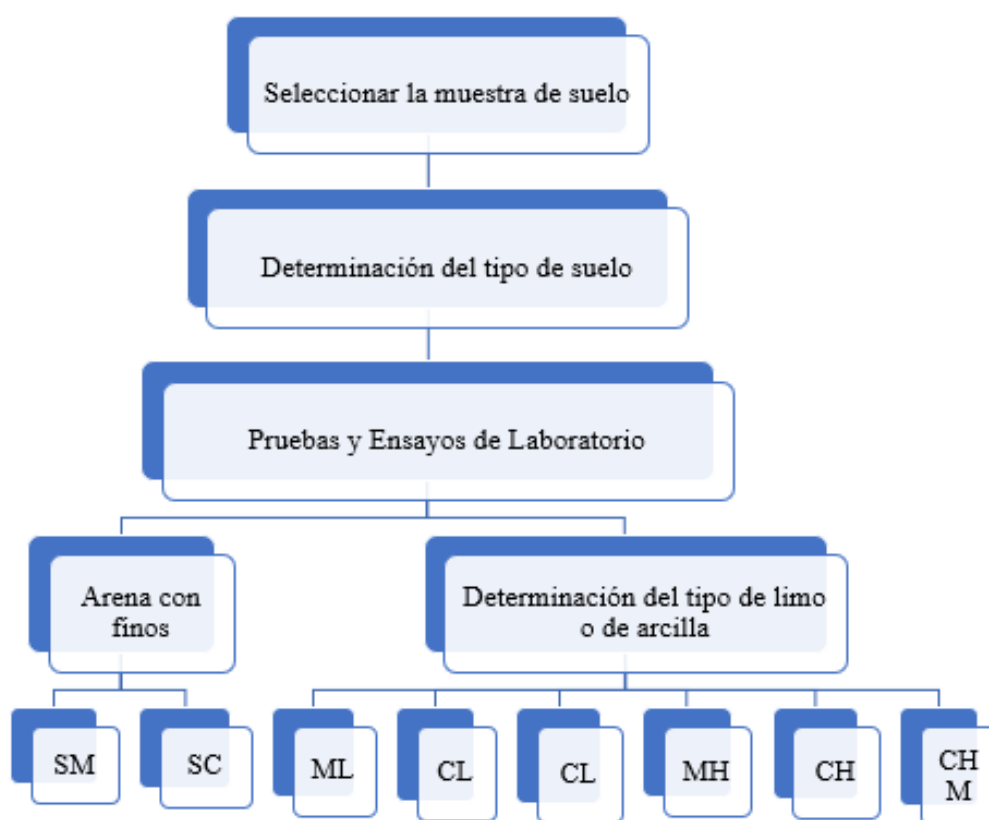
- Registrar datos de la estratigrafía.
- Tomar las muestras de suelo.
- Trasladar las muestras a laboratorio.

3.6.3. Clasificación del suelo de la subrasante

Se tiene que realizar ensayos de granulometría y plasticidad.

Figura 10

Procedimiento para Identificar Tipo del suelo



Nota: Tomado de “Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

NTP 339.127 Humedad (INACAL, 2023)

- Una vez seleccionado el suelo, se coloca en el depósito y se determina su peso (recipiente + muestra).
- Se coloca el depósito al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, hasta que, el suelo seque.
- Una vez seco el suelo, sacarlo del horno y registrar posteriormente su peso.

Figura 11

Prueba de Humedad Natural



Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

NTP 339.128 Análisis granulométrico de suelo (INACAL, 2023)

- La porción retenida en el tamiz de 200, se divide en una serie de porciones usando el tamiz requerido según la especificación de la muestra o material de prueba.
- El tamizado se realiza moviendo lateral y verticalmente el tamiz mientras se golpea para mantener el suelo en movimiento continuo.
- Cuando se realice el tamizado mecánico, se verificará su eficacia mediante procedimientos manuales.
- Se pesa la masa retenida por tamiz.

Figura 12

Ensayo de Granulometría del Suelo



Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

NTP 339.129 Límite líquido (INACAL, 2023)

- Ubicar el suelo que pasa tamiz 40 en un depósito, adicionar agua, y dejar que, el suelo humedezca.
- Combinar hasta que se alcance una mezcla uniforme, y colocarla en la copa Casagrande.
- Luego pase el ranurador por el centro y corte la pasta por la mitad.
- Con la manivela dar los golpes precisos para cerrar la ranura.
- Cuando la ranura cierre a $\frac{1}{2}$ ", se registra el número de golpes y se toma el suelo del centro para llevarlo al horno previo pesado, a fin de computar la humedad.

Figura 13*Prueba de Plasticidad – LL*

Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

NTP 339.129 Límite plástico (INACAL, 2023)

- Se usa los materiales preparados para el LL requiere aprox. 20 gr.
- Se enrollar el suelo hasta que, su diámetro sea de 3.2 mm y el rollo comience a grietarse.
- Se debe colocar el rollo en un depósito, y pesar antes y después del horno.
- Luego se repite la operación una vez más.

Figura 14*Ensayo de Límite Plástico del Suelo*

EQUIPO LIMITE PLÁSTICO	
1	Tamiz N° 40 (425 µm)
2	Balanza
3	Capsula de Humedad
4	Capsula Evaporación
5	Frasco de Agua
6	Calibrador
7	Espátula

Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2023)

Método A: Cuando menos del 20% del suelo permanece en la malla No. 4, se utiliza el molde de 4”, el molde se llena con cinco (5) capas, y se da 25 golpes por capa.

Método B: 20% del suelo se retiene en la malla n.º 4 y menos del 20% en la malla 3/8”, se utiliza el molde de 4”, se llenan 5 capas en el molde, a 25 golpes por capa.

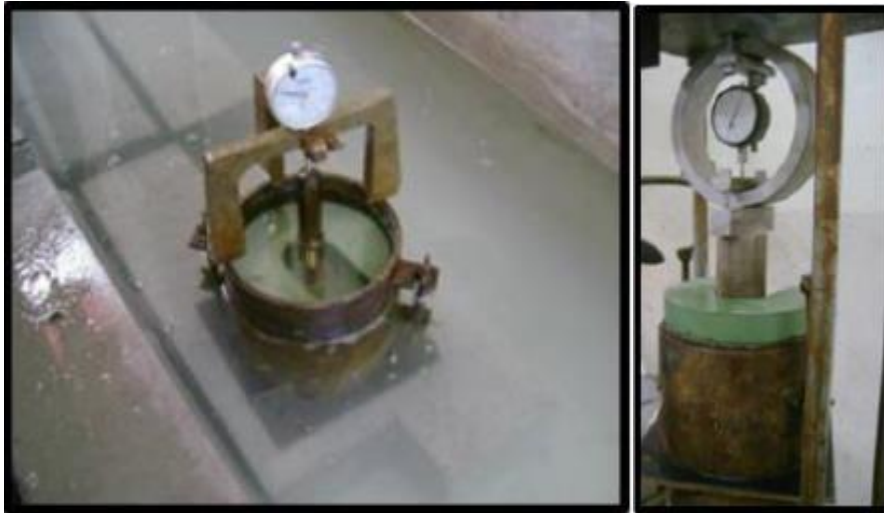
Método C: Cuando el 20% del suelo es retenido en la malla 3/8”, se utiliza el molde 6”, a 56 golpes por cada una de las 5 capas de modelo.

Figura 15*Prueba de Proctor Modificado*

Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

NTP 339.145 CBR de laboratorio (INACAL, 2023)

- Elaborar especímenes con el OCH determinado en la prueba de Proctor modificado, y apisonar a 13, 27 y 56 golpes.
- Colocar los especímenes en agua para determinar la expansión durante 96 horas.
- Después de 4 días, el espécimen se coloca en el dispositivo CBR. Se coloca sobre la muestra un peso adicional suficiente para generar una carga igual al peso del sustrato.
- Retire la tierra del molde y determine la humedad de los 25.4 mm superiores (1 pulgada).

Figura 16*Ensayo de CBR del Suelo*

Nota: Tomado de “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo” (Botía, 2015).

3.6.4. Ensayos físico mecánicos al suelo con polvo de piedra caliza

Se ha mezclado el suelo con 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% de polvo de piedra caliza en porcentaje del peso del suelo, para realizar los ensayos físicos: LL (NTP 339.129) y LP (NTP 339.129), y mecánicos: Proctor (NTP 339.141) y CBR de laboratorio (NTP 339.145).

3.7. Análisis de datos

Por medio de las técnicas de estadística inferencial utilizando Minitab 21.

3.8. Consideraciones éticas

Se han seguido los criterios éticos y de rigor científico descritos por Monje (2011) en la presente investigación.

Como criterios éticos: la validez científica – social, el consentimiento informado para el uso del polvo de piedra caliza, responsabilidad, honestidad y respeto; pero además se ha tenido en recuento los criterios de rigor como, confiabilidad, consistencia, y neutralidad (Monje, 2011).

IV. Resultados

4.1. RE1: Propiedades mecánicas del suelo con polvo de piedra caliza

Para determinar en qué medida el polvo de piedra caliza al 22.5%, 25% 27.5%, 30% y 32.5% mejora la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, inicialmente se han estimado las propiedades mecánicas del suelo en su estado natural, verificando que, el suelo clasificado como limo de alta plasticidad (MH), arcilla de alta plasticidad (CL) y limo de alta plasticidad (MH) para las calicatas 1, 2 y 3, correspondientemente presenta CBR al 100% de MDS igual a 3.8%, 6.7% y 4.4%, siendo así, el suelo de la calicata 1 y 3 presenta CBR menor a 6%, por lo que, se debe mejorar su capacidad previo a su aplicación en la ingeniería vial como subrasante de acuerdo al MTC (2014).

Tabla 6

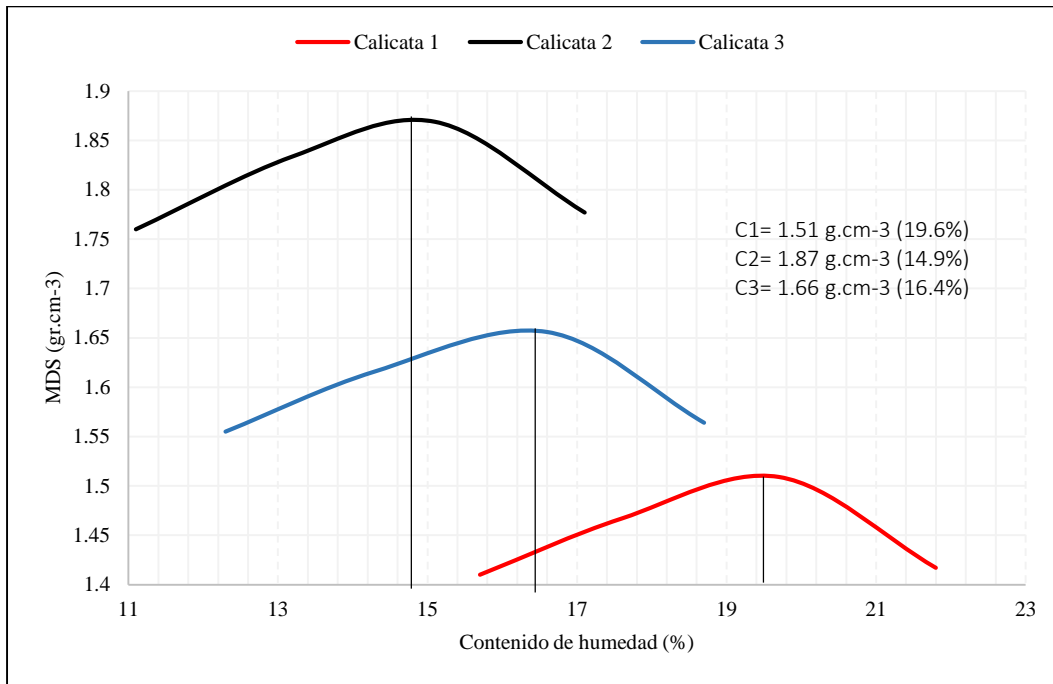
Propiedades Mecánicas del Suelo de la Ruta CA-940, Chota

Propiedades mecánicas del suelo	Calicatas		
	C1	C2	C3
SUCS	MH	CL	MH
AASHTO	A-7-5 (20)	A-7-6 (6)	A-7-5 (20)
MDS (gr/cm ³)	1.509	1.87	1.657
OCH (%)	19.6	14.9	16.4
CBR al 95% MDS	3.3	5.7	3.8
CBR al 100% MDS	3.8	6.7	4.4
Expansión (%)	3.6	1.25	2.81

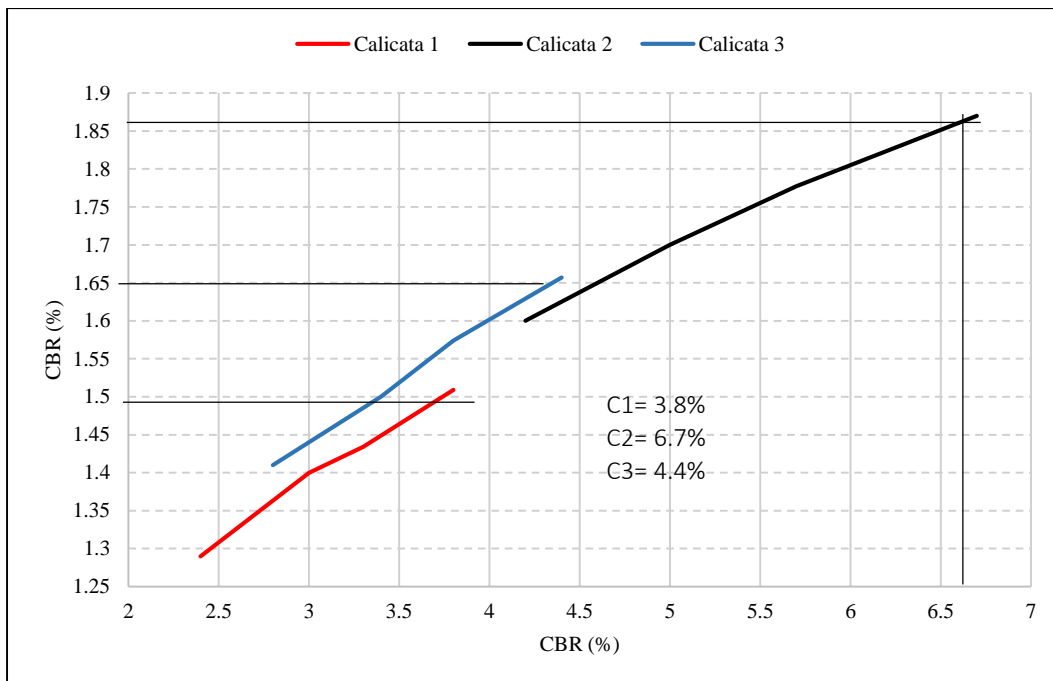
Nota: Clasificación SUCS o AASHTO, MDS máxima densidad seca, OCH óptimo contenido de humedad.

Figura 17

Curva de Compactación Subrasante de la Carretera CA-940, Chota

**Figura 18**

CBR al 0.1", Subrasante de la Carretera CA-940, Chota



Al utilizar polvo de piedra caliza (PPC) la MDS del suelo se acrecienta hasta 1.788, 1.949 y 1.739 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ respectivamente para las calicatas 1, 2 y 3 de la carretera CA-940 cuando se le adiciona 30% de polvo de piedra caliza, y decae levemente cuando se acrecienta el porcentaje de adición a 32.5% de piedra caliza, en cambio, el OCH disminuye a medida que, el polvo de piedra caliza se acrecienta en el suelo de la subrasante, es decir a más aditamento de PPC en el suelo se necesita menor volumen de agua para alcanzar su MDS en la subrasante, no obstante, esto difiere para el suelo con 32.5% de polvo de piedra caliza, donde la MDS es menor y el OCH es mayor que, para el suelo con 30% de polvo de piedra caliza. Así mismo, el CBR al 95% y 100% de MDS se incrementa al utilizar 22.5%, 25%, 27.5% y 30% de polvo de piedra caliza, pero disminuye levemente al adicionar 32.5% de polvo de piedra caliza, no obstante, el máximo CBR al 100% MDS que, alcanza el suelo con 30% de polvo de piedra caliza para la calicata 1, 2 y 3 es 8.2%, 11.6% y 8.2% respectivamente, por tanto, en todos los casos se cumple con el rango (>6%) dado por el MTC (2014) e incluso con la dosificación de 27.5% de polvo de piedra caliza se cumple dicho rango de estabilización, debido a que, el suelo de la calicata 1 y 3 adquieren 6.2% y 7.1% de CBR al 100% de MDS, respectivamente. No obstante, el suelo con 30% de polvo de piedra caliza representa 1.68, 1.46 y 1.64 veces el CBR natural de las calicatas 1, 2 y 3 de la carretera CA-940, respectivamente. Por tanto, la dosificación más adecuada mecánicamente es 30% de polvo de piedra caliza.

Tabla 7*Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 1 de la Carretera*

CA-940

Propiedades mecánicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
MDS (gr.cm ⁻³)	1.509	1.63	1.693	1.739	1.788	1.736
OCH (%)	19.6	18.3	18.2	17.9	16.4	17.4
CBR al 95%	3.3	4.2	5.8	5.3	6.3	5.3
CBR al 100%	3.8	5	6.9	6.2	8.2	6.4

Tabla 8*Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 2 de la Carretera*

CA-940

Propiedades mecánicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
MDS (gr.cm ⁻³)	1.87	1.879	1.905	1.928	1.949	1.916
OCH (%)	14.9	14.3	13.9	13.4	11	13.5
CBR al 95%	5.7	7.2	7.8	8.4	8.9	7.4
CBR al 100%	6.7	8.5	9.9	10.6	11.6	9.8

Tabla 9*Propiedades Mecánicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 3 de la Carretera*

CA-940

Propiedades mecánicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
MDS (gr.cm ⁻³)	1.657	1.68	1.713	1.723	1.739	1.735
OCH (%)	16.4	15.6	15.1	14.4	13.8	14.5
CBR al 95%	3.8	4.2	4.7	5.9	6.6	5.8
CBR al 100%	4.4	5	5.6	7.1	8.2	7.2

Figura 19

OCH del Suelo con Polvo de Piedra Caliza (PPC), Carretera CA-940

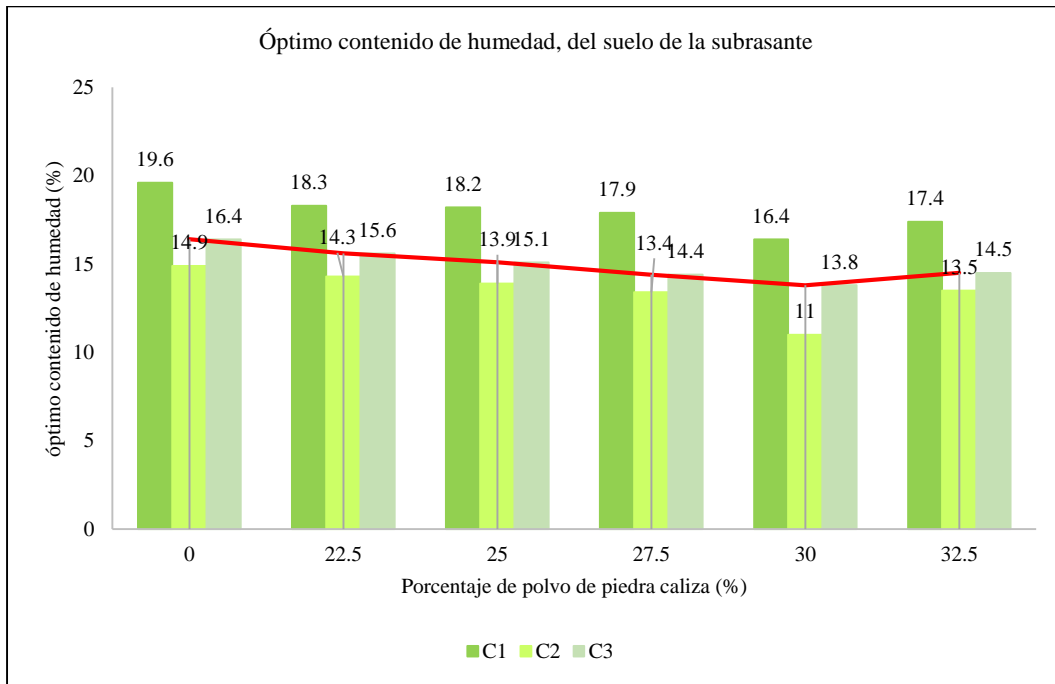


Figura 20

MDS del Suelo con Polvo de Piedra Caliza (PPC), Carretera CA-940

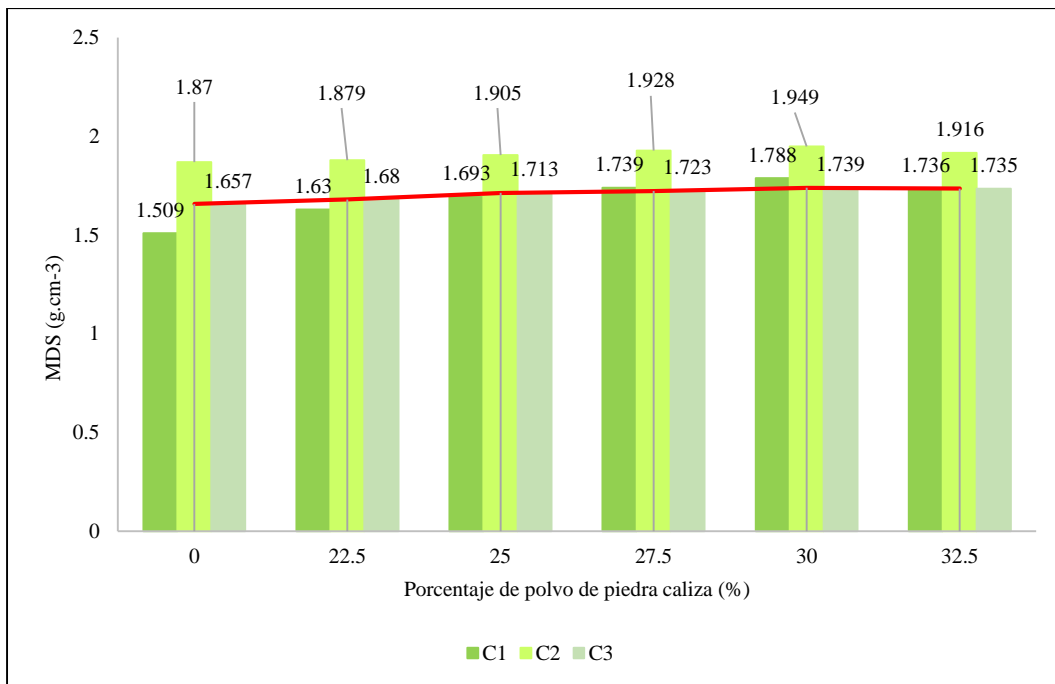
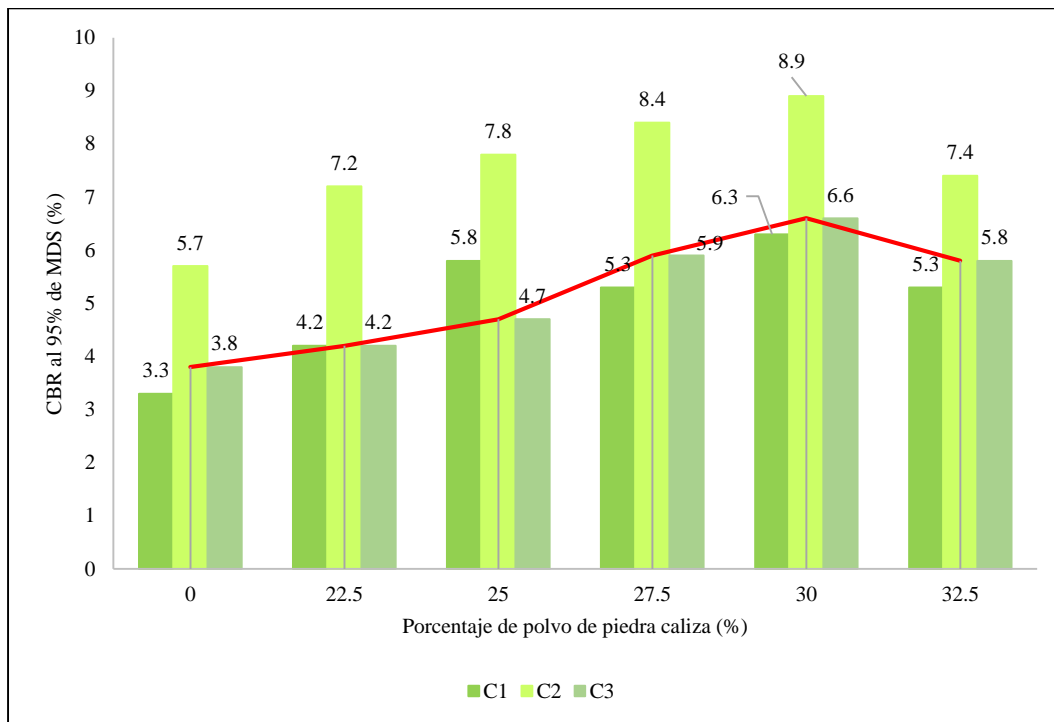
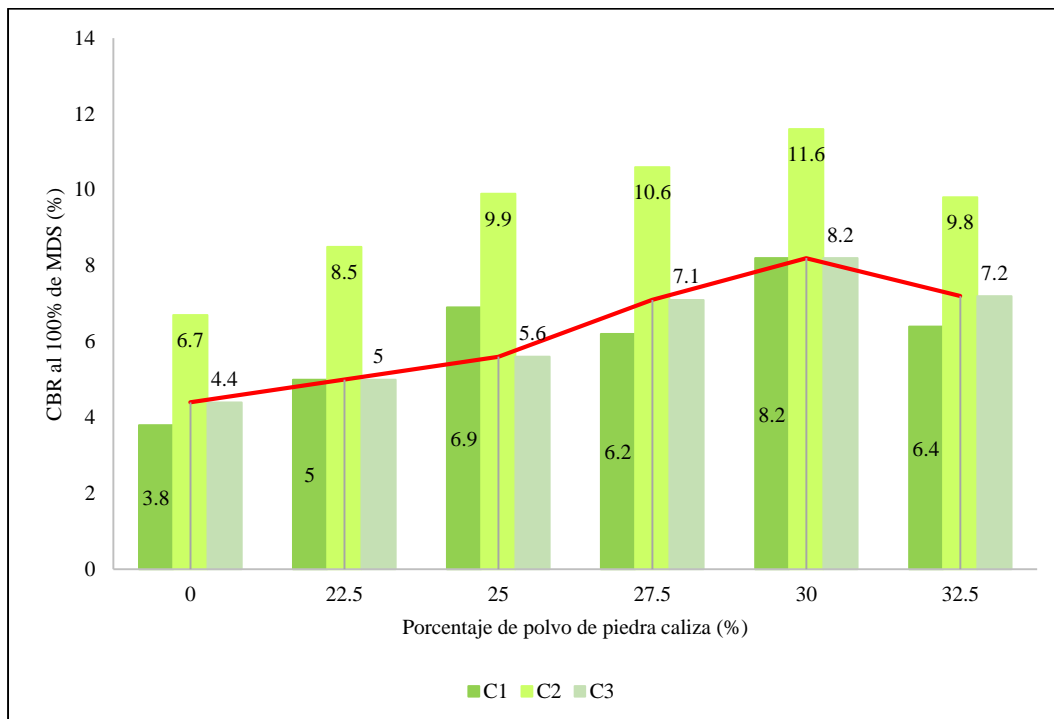


Figura 21*CBR al 95% MDS del Suelo con PPC, Carretera CA-940***Figura 22***CBR al 100% MDS del Suelo con PPC, Carretera CA-940*

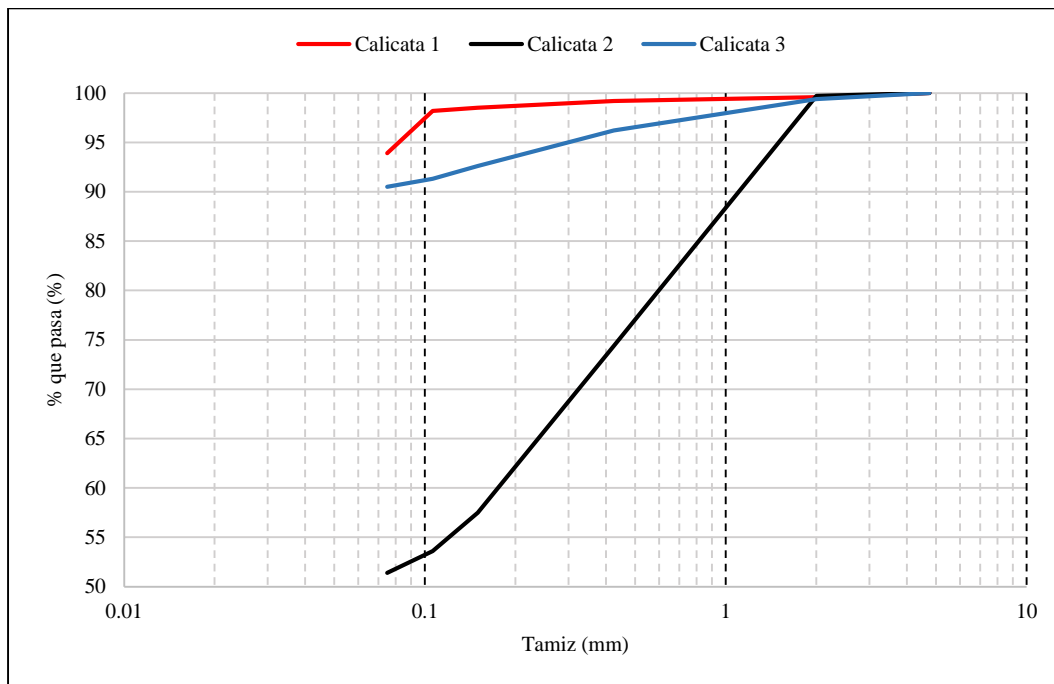
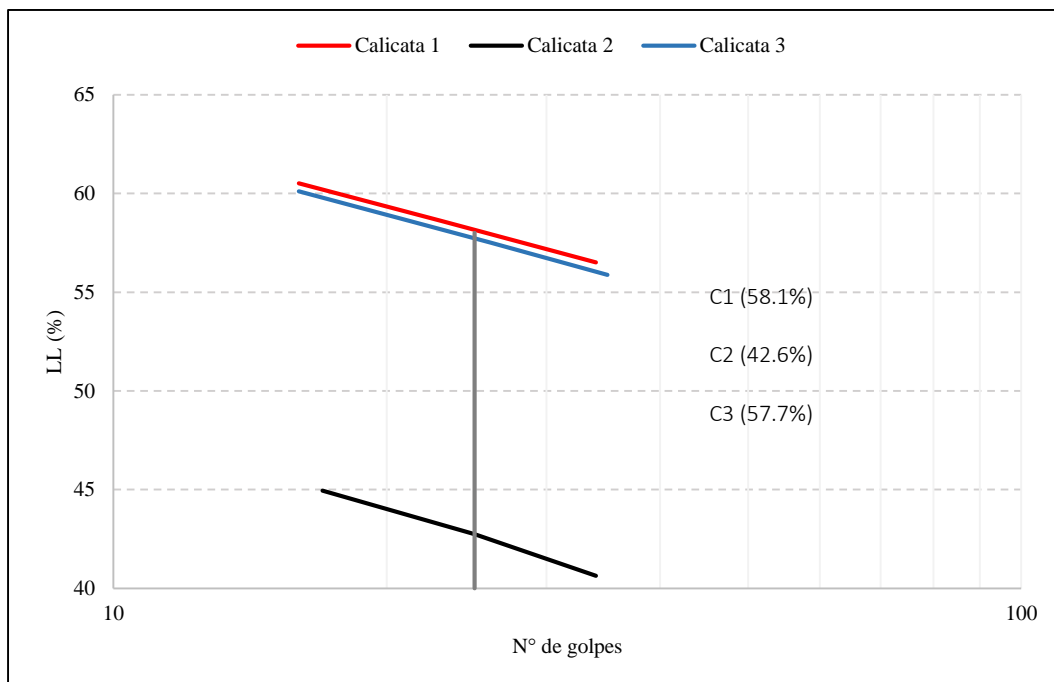
4.2. RE2: Propiedades físicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza

Para evaluar en qué medida el polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora la subrasante de la carretera CA-940 de Chota – Cajamarca, inicialmente se han determinado las propiedades físicas en naturales, verificando en todos los casos que, el suelo clasificado como limo de alta plasticidad (MH), arcilla de alta plasticidad (CL) y limo de alta plasticidad (MH) para las calicatas 1, 2 y 3, correspondientemente presenta límite líquido (LL) de 58.1%, 42.6% y 57.7%, límite plástico (LP) de 30.4%, 25.7% y 31.1%, e índice de plasticidad (IP) de 27.7%, 16.9% y 26.6%, por lo tanto, las calicatas 1 y 3 presentan plasticidad mayor al 20% dado como rango por el MTC (2014), lo que, significa que, se debe reducir la plasticidad para evitar problemas de expansibilidad que, dañen a la subrasante y el entorno vial.

Tabla 10

Propiedades Físicas del Suelo, Carretera CA-940, Chota

Propiedades físicas del suelo	Calicatas		
	C1	C2	C3
Humedad (%)	25.3	18.3	17.4
Grava %	0	0	0
Arena %	6.1	48.6	9.5
Finos %	93.9	51.4	90.5
LL (%)	58.1	42.6	57.7
LP (%)	30.4	25.7	31.1
IP (%)	27.7	16.9	26.6
SUCS	MH	CL	MH
AASHTO	A-7-5 (20)	A-7-6 (6)	A-7-5 (20)

Figura 23*Curva Granulométrica del Suelo, Carretera CA-940, Chota***Figura 24***Fluidez del Suelo, Carretera CA-940, Chota*

Al utilizar polvo de piedra caliza las propiedades físicas del suelo de la ruta CA-940 varían significativamente, el LL del suelo disminuye conforme que, se incrementa el porcentaje de piedra caliza (22.5%, 25%, 27.5%, 30%, 32.5%), a excepción de la calicata 2 donde el suelo inicialmente al adicionar polvo de piedra caliza al 22.5% sufrió un incremento en el límite de plasticidad llegando a 52.2%, no obstante, al continuar incrementando polvo de piedra caliza (25%, 27.5%, 30%, 32.5%) el límite líquido se redujo alcanzando 36.3% para el suelo con 32.5% de polvo de piedra caliza. En cambio, el límite plástico (LP) tiene variaciones en los resultados para cada porcentaje de aditamento de polvo de piedra caliza, oscilando entre incrementos y decrementos en el límite plástico según el porcentaje de aditamento de polvo de piedra caliza, por lo que, se puede decir que, la relación de los datos no sigue una tendencia lineal, sino que, el incremento o decremento se da de forma irregular según el porcentaje de adición de polvo de piedra caliza. Así mismo, si se analiza el índice de plasticidad (IP) este logra un decremento continuo a mayor porcentaje de PPC en la mezcla de suelo para la calicata 2 y 3; donde el menor índice de plasticidad que, se alcanza se logra al utilizar 32.5% de polvo de piedra caliza para la calicata 2 con 13.17%, y con 30% de polvo de piedra caliza para la calicata 3 con un IP de 21%, por tanto, por lo que, se puede inferir que, a mayor porcentaje de polvo de piedra caliza se reduce sustancialmente la plasticidad del suelo. Sin embargo, los resultados de IP de la calicata 1 difieren de las otras dos debido a que, el IP disminuye solo para los porcentajes de adición de 22.5%, 25% y 27.5%, para los otros dos porcentajes el IP del suelo se incrementa no obstante este incremento es mínimo. Siendo así, solamente el suelo de la calicata 2 presenta IP (13.17%) menor al rango plástico (20%) dado por el MTC (2014), no obstante, a pesar de ello, la menora en la plasticidad del suelo al utilizar PPC es notable, considerando que, el suelo con 32.5% PPC representa el 0.78 y 0.79 veces el IP natural de la calicata 2 y 3, correspondientemente.

Tabla 11

Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 1 de la Carretera CA-940

Propiedades físicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
LL (%)	58.1	57.3	56	54	52.1	50.2
LP (%)	30.4	30.06	29.37	29.45	23.06	21.81
IP (%)	27.7	27.24	26.63	24.55	29.04	28.39

Tabla 12

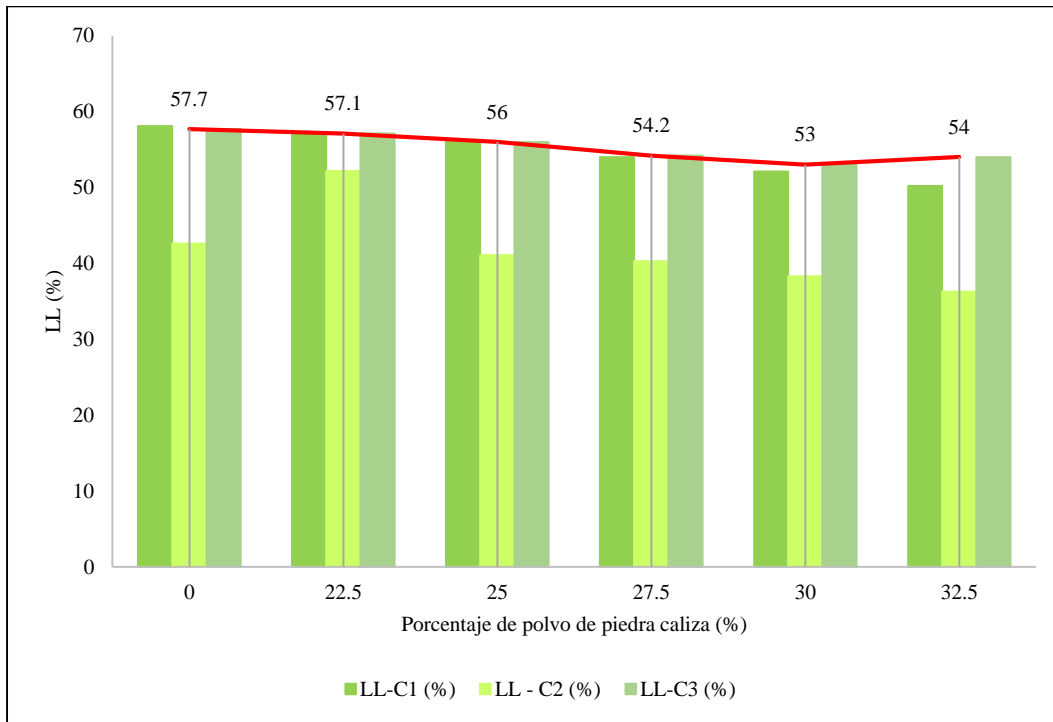
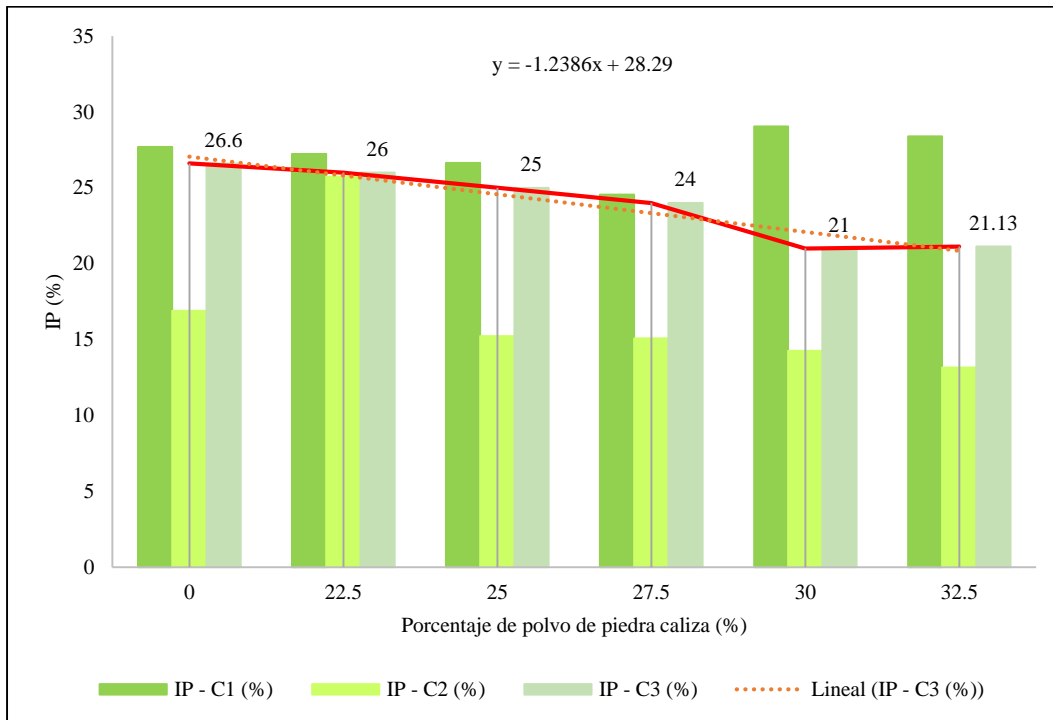
Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 2 de la Carretera CA-940

Propiedades físicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
LL (%)	42.6	52.2	41.1	40.3	38.3	36.3
LP (%)	25.7	26.46	25.87	25.21	24.03	23.13
IP (%)	16.9	25.74	15.23	15.09	14.27	13.17

Tabla 13

Características Físicas del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Calicata 3 de la Carretera CA-940

Propiedades físicas	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
	0	22.5	25	27.5	30	32.5
LL (%)	57.7	57.1	56	54.2	53	54
LP (%)	31.1	31.1	31	30.2	32	32.87
IP (%)	26.6	26	25	24	21	21.13

Figura 25*Límite Líquido del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Carretera CA-940***Figura 26***IP del Suelo con PPC, Carretera CA-940*

4.3. RE3: Metodología para mejorar la subrasante

Se ha planteado la metodología para mejorar la subrasante, según el caso de la ruta CA-940 Chota – Cajamarca, 2023. Siendo así, los pasos a seguir son:

4.3.1. Evaluación del suelo existente

Se debe realizar un estudio geotécnico para caracterizar el suelo para conocer la capacidad portante del suelo y su clasificación según los estándares geotécnicos.

a) Tipo de exploración

En una carretera se deben realizar calicatas como parte de la exploración geotécnica de la vía, estas calicatas tendrán 1.5 m de profundidad por 1 m de lado, y se ubicarán de forma homogénea y distribuida a lo largo del trayecto, de tal forma que, se puedan tomar las muestras pertinentes para la evaluación del suelo en su estado natural.

b) Número de calicatas

La cantidad de calicatas a realizar en una carretera dependerá de su clasificación según los lineamientos del MTC (2014), por tanto, para carreteras de tercera clase basta con 1 calicata por km de vía, no obstante, en la presente investigación para mayor precisión en los resultados se ha realizado una calicata cada 500 m.

c) Toma de muestras

Se toman muestras inalteradas y alteradas dentro de cada calicata, las muestras inalteradas son para comprobar la humedad y las muestras alteradas para los ensayos de clasificación y propiedades mecánicas. Siendo así, se toman en cuenta las normas técnicas peruanas y en base a la NTP 339.252 (INACAL, 2019) se debe tomar 45 kg de suelo para pruebas físicas y pruebas mecánicas de cada una de las calicatas. Las muestras deben ser rotuladas a fin de que, las mismas no se mezclen en laboratorio, además se trasladarán en bolsas o sacos impermeables.

En cada calicata se registra el perfil estratigráfico donde se detallan datos como el número de estratos, tipos de estratos, color del suelo, presencia de nivel freático y demás datos que, sean de interés para el estudio.

d) Realización de pruebas de laboratorio

En base a las (NTP se realizarán los siguientes ensayos:

- NTP 339.127 Humedad natural (INACAL, 2023)
- NTP 339.128 Granulometría de suelo (INACAL, 2023)
- NTP 339.129 LL, LP e IP (INACAL, 2023)
- NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2023)
- NTP 339.145 CBR de laboratorio (INACAL, 2023)

e) Exégesis de las derivaciones de laboratorio

Se deben interpretar las características físico mecánicas dando prioridad a la clasificación del suelo, el IP y CBR. Si el CBR al 100% MDS del suelo de la subrasante presenta valores inferiores a 6%, entonces requerirá estabilización previa a la fundación de la capa de rodamiento pavimentada o sin pavimentar según el MTC (2014).

4.3.2. Análisis del tránsito vehicular

Se debe determinar la carga de tráfico que soportará la carretera para seleccionar el método de mejoramiento adecuado. Se debe considerar el tipo de vehículos y su frecuencia, así como las condiciones climáticas locales. Para el caso del estudio se sabe que, se trata de una carretera de tercera clase (Fernández-Irigoín & Ticlla-Ríos, 2020), por lo que, en base al manual del MTC (2014) se ha considerado un tránsito vehicular tipo Tnp3 donde el número de ejes equivalentes (EE) es igual a 150,000.

4.3.3. Selección del método de mejoramiento por medio de la experimentación

Se deben evaluar las técnicas de mejoramiento del suelo disponibles, como la estabilización química, mecánica o mixta, analizando las ventajas y desventajas por método de

acuerdo con los requisitos del proyecto. Para ello, en laboratorio se deben hacer mezclas previas del suelo de la subrasante con el aditivo, en este caso con polvo de piedra caliza en los porcentajes de adición de 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5%. Para calcular la cantidad de polvo de piedra caliza se utiliza el peso específico del suelo, siendo este en el caso del estudio 2575 kg/m³, entonces para 1 m³ de suelo se necesitarán 2575 kg de suelo, siendo así al multiplicar este peso con el porcentaje de polvo de piedra caliza se determina el peso de polvo de piedra caliza, y si se desea saber el volumen del polvo de piedra caliza se divide el peso de piedra caliza entre su peso específico 2634 kg/m³.

Cálculo del peso de 1 m³ de suelo:

$$\text{Peso de suelo} = \text{Volumen de suelo} \times \text{Peso específico del suelo} \quad (1)$$

$$\text{Peso de suelo} = 1 \text{ m}^3 \times 2575 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2575 \text{ kg} \quad (2)$$

Cálculo del peso de polvo de piedra caliza:

$$\text{Peso de polvo de piedra} = \text{Porcentaje de adición} \times \text{Peso de suelo} \quad (3)$$

$$\text{Peso de polvo de piedra caliza} = 22.5\% \times 2575 \text{ kg} = 579.375 \text{ kg} \quad (4)$$

Cálculo del volumen de polvo de piedra caliza:

$$\text{Volumen de polvo de piedra caliza} = \frac{\text{Peso de polvo de piedra}}{\text{Peso específico del polvo}} \quad (5)$$

$$\text{Volumen de polvo de piedra caliza} = \frac{579.375 \text{ kg}}{2634 \text{ kg/m}^3} = 0.18 \text{ m}^3 \quad (6)$$

Para estimar la cantidad para cualquier volumen “X” de suelo solo se debe multiplicar los volúmenes o pesos calculados por el volumen deseado.

Tabla 14

Cantidad de Polvo de Piedra Caliza para 1 m³ de Suelo según Porcentajes de Adición

Porcentaje de polvo de piedra caliza	Peso de polvo de piedra caliza (kg)	Peso de mezcla (kg)	Peso de polvo de piedra caliza ajustado	Volumen de polvo de piedra caliza
0%	0.000	2575.000	0.000	0.000
22.5%	579.375	3154.375	472.959	0.180
25.0%	643.750	3218.750	515.000	0.196
27.5%	708.125	3283.125	555.392	0.211
30.0%	772.500	3347.500	594.231	0.226
32.5%	836.875	3411.875	631.604	0.240

Con estas mezclas de suelo con polvo de piedra caliza se deben realizar según las normas técnicas peruanas ensayos de:

- NTP 339.129 LL, LP e IP (INACAL, 2023)
- NTP 339.141 Proctor modificado (INACAL, 2023)
- NTP 339.145 CBR de laboratorio (INACAL, 2023)

En base a los resultados que, alcance el suelo con polvo de piedra caliza se elige la dosificación más adecuada, es decir la dosificación con la que, se logre un mayor acrecentamiento del CBR, siendo en este caso la dosificación de 30% de polvo de piedra caliza.

4.3.4. Obtención del polvo de piedra caliza

Se obtiene de las chancadoras de piedra locales (empresas que, expenden agregado grueso para la construcción de edificaciones), debido a que, este es el material residual que, les sobra del proceso de trituración del agregado grueso (grava), siendo así, es un material residual que, es depositado en botaderos por parte de estas entidades y que, podría ser solicitado a un precio módico de 10 soles por m³, no obstante si a esto se le suma costos de transporte del material el precio del polvo de piedra caliza sería de 16.13 soles, tal como, se expresa en la Tabla de costo unitario.

Tabla 15*Costo Unitario del Polvo de Piedra Caliza en Chota*

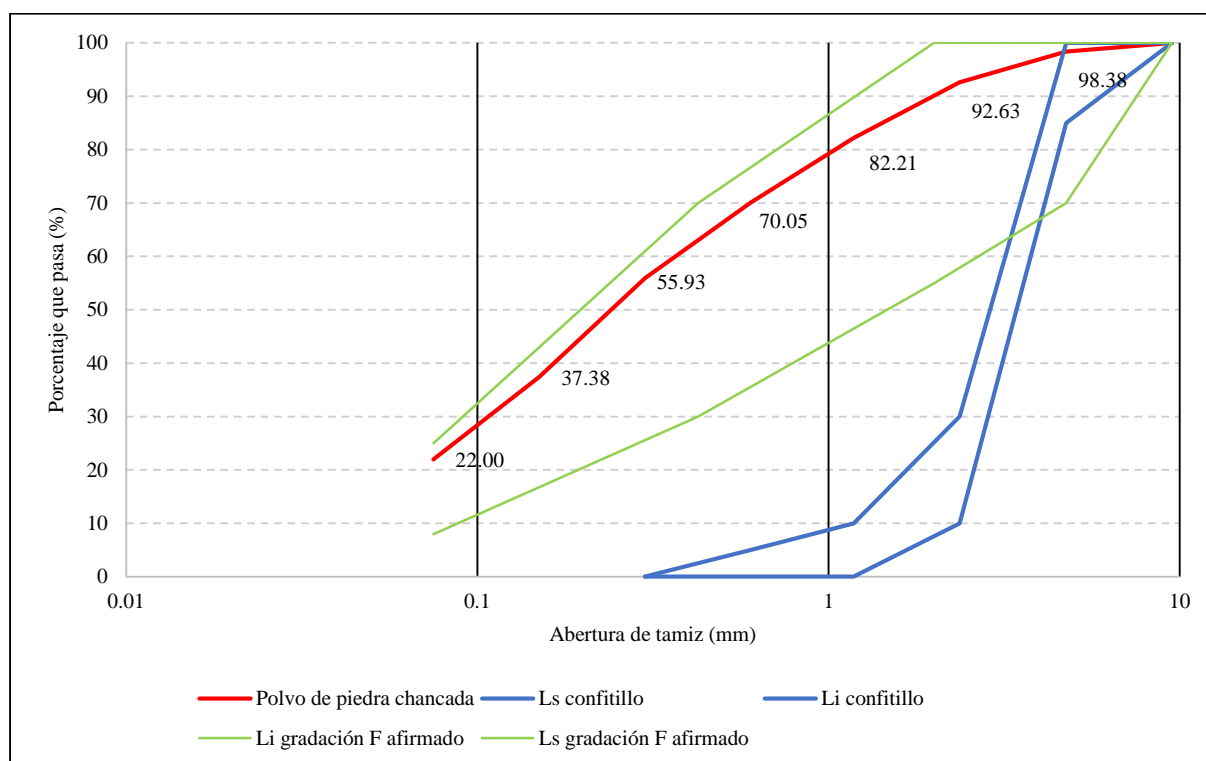
Rendimiento	m3/día	150		EQ	150
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1	0.0533	20.19	1.077
Peón	hh	2	0.1067	14.91	1.590
					2.667
Materiales					
Polvo de piedra chancada	m3		1	10.00	10.000
					10.000
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5.000	2.67	0.133
Servicio de transporte de material volquete (a la chancadora)	m3		1.000	3.33	3.333
					3.467
Costo unitario directo en m3					16.134

Nota: Los costos unitarios son precios locales, a los que, se ha conseguido el material para la realización de la investigación.

Así mismo, para poder calcular la cantidad de materiales se deben conocer ciertas propiedades básicas del polvo de piedra caliza éstas pueden ser otorgadas mediante fichas técnicas por parte de las empresas que, expenden el producto o se puede determinar en laboratorio, siendo así, se ha estimado el peso específico del polvo de piedra caliza siendo igual a 2.634 g.cm^{-3} y la granulometría, misma que, no se encuentra dentro del rango usual del confitillo, pero si del afirmado de gradación F según el manual del MTC (2014), tal como, se puede observar en la figura:

Tabla 16*Propiedades Físicas del Polvo de Piedra Caliza*

% material retenido en tamiz			Humedad (%)	Peso específico g.cm ⁻³	Absorción (%)
N° 4	N° 16	N° 100			
1.62	17.76	62.62	3.16	2.634	1.9

Figura 27*Gradación del Polvo de Piedra Caliza***4.3.5. Diseño del espesor de mejoramiento de subrasante**

Para el diseño del espesor de mejoramiento se considera los criterios dados en el manual del MTC (2014) y se usó el programa de la Fig. 28, en el cual se colocan como datos el CBR del suelo (CBR al 100% MDS de la calicata 1 por ser el valor más crítico) y los EE del tránsito vehicular, donde para la subrasante natural es decir sí no se realiza la estabilización de la subrasante se requiere colocar sobre este suelo una capa de afirmado de 407.33 mm (41 cm),

en cambio, al reforzar el suelo, este reforzamiento se realizará en una capa de 278.5 mm (28 cm).

Figura 28

Espesor de Afirmado del Suelo sin Polvo de Piedra Caliza



Figura 29

Espesor del Mejoramiento del Suelo con 30% de Polvo de Piedra Caliza



4.3.6. Preparación del terreno

Para la aplicación del polvo de piedra caliza como estabilizante en la carretera, previamente se deben seguir pasos para la preparación del terreno, estos incluyen:

- Limpiar y nivelar la subrasante existente para eliminar cualquier obstrucción o material suelto.
- Realizar drenajes adecuados para impedir el acopio de agua en la subrasante.

- Traslado de maquinaria al lugar, y remoción de una capa de aproximadamente de 28 cm del suelo de la subrasante para adicionar 30% de polvo de piedra caliza.

4.3.7. Estabilización química

El proceso de aditamento de polvo de piedra caliza en el suelo funcionará como una estabilización química, entonces previamente se debe determinar la cantidad de químico que, se requiere para ello, se usa los datos de la Tabla 15 y simplemente se multiplica a estos por el volumen de suelo a mejorar por ejemplo en una carretera de 1 km (1000 m) de 6 m de ancho con un espesor de mejoramiento de 28 cm el volumen sería 1,680 m³ de suelo, por tanto, considerando que, por cada 1 m³ de suelo se necesita 0.226 m³ de polvo de piedra caliza, se necesitaría 379.01 m³ de polvo de piedra caliza, no obstante, a pesar de la amplia cantidad de material requerido no habría problemas de disponibilidad debido al gran número de chancadoras de piedra en el ámbito local.

Se debe mezclar el aditivo químico (polvo de piedra caliza) con el suelo existente utilizando equipos de mezcla adecuados. Luego se compactará la mezcla resultante para optimar la cohesión del suelo.

4.3.8. Estabilización mecánica

Es el siguiente paso en el mejoramiento con 30% PPC. Este paso permite compactar la mezcla adecuadamente tomando en cuenta el OCH y MDS determinado en las pruebas mecánicas de suelos. Se debe utilizar la maquinaria pesada para mezclar y homogeneizar el suelo existente y compactar la mezcla resultante utilizando rodillos vibratorios para lograr la densidad deseada. El volumen de agua se determina en base al OCH, es decir se multiplica el porcentaje OCH determinado y se obtiene así el peso del agua necesario para la compactación mecánica de la subrasante.

$$\text{Peso del agua} = \text{Peso del suelo} \times \text{OCH} \quad (7)$$

$$\text{Peso del agua} = 2575 \text{ kg} \times 16.4\% = 422.30 \text{ kg} \quad (8)$$

Tabla 17*Volumen de Agua para Proceso de Compactación*

Porcentaje de polvo de piedra caliza	OCH (%)	Agua	
		(kg)	(m3)
0%	19.6	504.7	0.50
22.5%	18.30	471.23	0.47
25.0%	18.2	468.65	0.47
27.5%	17.9	460.925	0.46
30.0%	16.4	422.3	0.42

4.3.9. Monitoreo y mantenimiento

Se deben realizar pruebas de laboratorio y en campo para evaluar la efectividad del mejoramiento del suelo. Así mismo, se deben realizar inspecciones periódicas de la carretera para identificar posibles problemas y llevar a cabo el mantenimiento adecuado.

4.4. RG: Mejoramiento de la subrasante para incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza

La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca. A mayor porcentaje de polvo de piedra caliza menor IP del suelo, menor OCH, pero mayor máxima densidad seca (MDS) y CBR al 95% y 100% MDS, a excepción de la adición de 32.5% de polvo de piedra caliza donde presenta menor CBR que, el suelo con 30% PPC. Por tanto, la dosificación adecuada 30% de polvo de piedra caliza, es decir con este porcentaje se logra menor IP y mayor CBR en el suelo, e incluso cumple con el rango (CBR > 6%) especificado por el MTC (2014) para suelo estabilizado de subrasante.

Tabla 18*Propiedades del Suelo con Polvo de Piedra Caliza, Carretera CA-940*

Propiedades físico mecánicas	Calicata	Porcentaje de polvo de piedra caliza (%)					
		0	22.5	25	27.5	30	32.5
IP (%)	C1	27.7	27.24	26.63	24.55	29.04	28.39
	C2	16.9	25.74	15.23	15.09	14.27	13.17
	C3	26.6	26	25	24	21	21.13
OCH (%)	C1	19.6	18.3	18.2	17.9	16.4	17.4
	C2	14.9	14.3	13.9	13.4	11	13.5
	C3	16.4	15.6	15.1	14.4	13.8	14.5
MDS (g.cm-3)	C1	1.509	1.63	1.693	1.739	1.788	1.736
	C2	1.87	1.879	1.905	1.928	1.949	1.916
	C3	1.657	1.68	1.713	1.723	1.739	1.735
CBR 100% MDS (%)	C1	3.8	5	6.9	6.2	8.2	6.4
	C2	6.7	8.5	9.9	10.6	11.6	9.8
	C3	4.4	5	5.6	7.1	8.2	7.2
CBR 95% MDS (%)	C1	3.3	4.2	5.8	5.3	6.3	5.3
	C2	5.7	7.2	7.8	8.4	8.9	7.4
	C3	3.8	4.2	4.7	5.9	6.6	5.8

4.5. Análisis estadístico

4.5.1. HG: Hipótesis general

Para probar la hipótesis general alternativa (H1) “La adición de polvo de piedra caliza (PPC) al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% influye positiva y significativamente en las propiedades de una subrasante con suelo arcilloso, Chota-Cajamarca, 2023”, si el valor p es menor a 0.05 para 95% de nivel de confianza se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta H1, se ha realizado el análisis inferencial de los datos presentados en la Tabla 14, en el programa Minitab 21, donde inicialmente se verificó que los datos tienen tendencia normal por lo que, se aplicó la correlación de Pearson determinando que, la relación era directa positiva y alta entre el CBR al 95% y 100% de MDS y la cuantía de polvo de piedra caliza con coeficientes de 0.556 y 0.537 respectivamente, así mismo, el valor p es 0.017 y 0.022 respectivamente, por tanto, en ambos casos se acepta H1 para las propiedades mecánicas; en cambio, el índice de plasticidad (IP) guarda una relación negativa indirecta baja con el porcentaje de polvo de piedra caliza donde el coeficiente de Pearson es -0.175 y el valor p es 0.487 por lo que, se acepta Ho.

Siendo así, se ha determinado que, el aditamento de PPC influye positiva y significativamente en las propiedades mecánicas de una subrasante con suelo arcilloso, Chota-Cajamarca, pero no en las propiedades físicas del suelo.

Tabla 19

Correlaciones Pearson

Porcentaje de polvo de piedra caliza	Propiedades físicas: Índice de plasticidad (IP)	Propiedades mecánicas	
		CBR al 95%	CBR al 100%
Correlación de Pearson	-0.175	0.556	0.537
Valor p	0.487	0.017	0.022

4.5.2. HE1: Hipótesis específica 1

Para la hipótesis alternativa 1, se ha realizado la prueba t-student de dos muestras, teniendo como u1 al CBR promedio del suelo con aditamento de polvo de piedra caliza y como u2 al CBR promedio del suelo natural de las calicatas determinando como valor p 0.046, por tanto, se acepta H1. Concluyendo que, HE1: El aditamento de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% presenta diferencia significativa en las propiedades mecánicas del suelo natural en la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023.

Tabla 20

Prueba t-student de dos muestras, para CBR del suelo

Propiedad	Prueba	Valor T	GL	Valor p
CBR (%)	H ₀ : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ H ₁ : $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$	3.04	3	0.046

4.5.3. HE2: Hipótesis específica 2

Para la hipótesis alternativa 2, se ha realizado la prueba t-student de dos muestras, teniendo como u1 al IP medio del suelo con aditamento de polvo de piedra caliza y como u2 al IP medio del suelo natural de las calicatas determinando como valor p 0.046, por tanto, se acepta H₀ y se rechaza H₁. Concluyendo que, HE2: El aditamento de polvo de piedra caliza al

22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% no presenta diferencia significativa con las propiedades físicas del suelo natural de la ruta CA-940 Chota.

Tabla 21

Prueba t-student de dos muestras, para CBR del suelo

Propiedad	Prueba	Valor T	GL	Valor p
Índice de plasticidad	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	3.04	3	0.972
	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$			

4.5.4. HE3: Hipótesis específica 3

El objetivo específico 3 está orientado a la descripción del proceso de mejoramiento de la subrasante por tanto se cumple la hipótesis específica HE3 con el desarrollo de los resultados: Siendo así, la metodología para optimar la subrasante, se ha planteado según la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.

V. Discusión de resultados

5.1. DE1: Propiedades mecánicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza

El polvo de piedra caliza es un material económico y fácilmente disponible que se puede mezclar con la subrasante para mejorar sus propiedades mecánicas. Al hacerlo, se aumenta la resistencia y la capacidad de soporte de la subrasante, lo que reduce el riesgo de deformaciones y agrietamientos.

El polvo de piedra caliza en el suelo ha mostrado resultados positivos en el acrecentamiento de la capacidad de soporte del suelo (CBR). El aditamento de polvo de piedra caliza a la subrasante puede mejorar el CBR del suelo al acrecentar su resistencia y estabilidad tal como, argumentan Nayak et al. (2019), Ibrahim et al. (2020), Pastor et al. (2019), Cruz et al. (2018) y otros. Esto se debe a que la piedra caliza, al ser un agregado duro y resistente, puede fortalecer el suelo y reducir su deformación bajo carga. Al ser un material fino, el polvo de piedra caliza ayuda a mejorar la compactibilidad del suelo, lo que resulta en una mayor densidad y resistencia del suelo compactado. Esto garantiza una mejor distribución de las cargas de tráfico sobre la subrasante, lo que reduce el riesgo de hundimientos y asentamientos.

5.2. DE2: Propiedades físicas de la subrasante con aditamento de polvo de piedra caliza

Sin embargo, el aditamento de polvo de piedra caliza en el suelo no parece tener un efecto significativo en el IP. El IP es una medida de la plasticidad o deformabilidad del suelo y se utiliza para determinar su capacidad de compactación y suelos cohesivos. Esto puede deberse a que el polvo de piedra caliza no altera las características finas y cohesivas del suelo, como su contenido de arcilla y humedad tal como, argumentan Campos & Pérez (2023), Mantilla (2019) y Delgado & León (2019).

Así mismo, el IP de un suelo está determinado por los finos presentes en la mezcla. Si el suelo de la subrasante contiene una gran proporción de arcilla, el polvo de piedra caliza puede tener dificultades para alterar significativamente sus propiedades plásticas. La arcilla tiende a tener una alta capacidad de retención de agua y una alta plasticidad, lo que limita la capacidad del polvo de piedra caliza para reducir estos efectos (Campos & Pérez, 2023).

La cantidad de polvo de piedra caliza añadido al suelo también puede influir en sus efectos en el índice de plasticidad. Es posible que se requiera una mayor cantidad de polvo de piedra caliza para lograr una disminución significativa en el IP, especialmente si el suelo de la subrasante es muy plástico o contiene una alta proporción de arcilla según también argumenta Ruiz (2023).

Por lo tanto, aunque el polvo de piedra caliza puede mejorar el CBR del suelo, no parece tener un efecto directo en su índice de plasticidad, en otras palabras, el polvo de piedra caliza si logra disminuir la plasticidad del suelo, pero esta disminución no es significativa, tal como, se ha demostrado con el coeficiente Pearson -0.17 (correlación baja e indirecta).

En general, el aditamento de polvo de piedra caliza puede tener dificultades para reducir significativamente el IP del suelo de una subrasante, especialmente si el suelo es altamente arcilloso, de granulometría fina o altamente poroso. En tales casos, puede ser necesario considerar la adición de otros aditivos o técnicas de mejoramiento del suelo para lograr una reducción más significativa en el índice de plasticidad.

5.3. DE3: Metodología para mejorar la subrasante

En muchos casos, la subrasante puede presentar propiedades físico-mecánicas deficientes, lo que puede comprometer la calidad y durabilidad del pavimento. Para solucionar este problema, se puede plantear una metodología para mejorar las propiedades físico-mecánicas por el aditamento de polvo de piedra de caliza tal como argumenta Ruiz (2022).

El primer paso en esta metodología sería realizar un análisis exhaustivo del suelo de la subrasante, incluyendo su contenido de arcillas, limos, arenas y otros elementos. Esto permitiría determinar el grado de mejoramiento necesario. Una vez realizado el análisis, se deberá analizar la cuantía óptima de polvo de piedra de caliza a agregar. Esto dependerá de las propiedades específicas del suelo y del grado de mejoramiento requerido. Es importante realizar pruebas para evaluar el comportamiento del suelo con diferentes adiciones de caliza y determinar la dosificación adecuada.

El aditamento de polvo de piedra de caliza se realizaría mezclando el material con la subrasante existente, ya sea mediante incorporación superficial o mediante una técnica de mezcla profunda utilizando maquinaria especializada. Esta mezcla permitiría que las partículas de caliza reaccionen químicamente con los componentes del suelo, mejorando su estabilidad, cohesión y resistencia.

Los beneficios de esta metodología son múltiples. En primer lugar, el polvo de piedra de caliza puede aumentar el CBR, permitiendo que la subrasante soporte mayores cargas sin deformarse. Además, la caliza puede mejorar la resistencia al agua, disminuyendo la susceptibilidad del suelo a la erosión y al deterioro causado por la humedad. Otro beneficio importante es que el aditamento de polvo de piedra de caliza puede mejorar las propiedades de drenaje del suelo, permitiendo una mejor evacuación del agua y evitando la acumulación de humedad en la subrasante. Esto reduciría el riesgo de la formación de grietas y baches en el pavimento.

En resumen, plantear una metodología para optimar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante con polvo de piedra de caliza es una estrategia eficaz para garantizar la calidad y durabilidad de los pavimentos. La caliza puede mejorar el CBR, lo que resulta en una subrasante más estable y resistente. Sin embargo, es importante realizar un análisis detallado del suelo y determinar la dosificación adecuada para obtener los mejores resultados.

5.4. DG: Mejoramiento de la subrasante para incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza

La añadidura de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% afecta en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, Chota-Cajamarca, 2023, a mayor porcentaje de aditamento de polvo de piedra caliza el OCH disminuye por tanto, se requiere menor volumen de agua para compactar la subrasante estabilizada, en cambio la MDS se acrecienta, lo que, es favorable debido a que, mientras mayor sea el peso del suelo este también será más resistente, así lo demuestra el CBR al 95% y 100% de MDS que, también se incrementan a mayor porcentaje de adición de polvo de piedra caliza, no obstante, este incremento es constante hasta 30%, luego tiende a disminuir al aumentar la cantidad de polvo de piedra caliza (32.5%), por lo que, se ha designado como dosificación óptima o adecuada a 30% de polvo de piedra caliza siendo este porcentaje igual al determinado por Castro (2020) al utilizar roca ígnea, al porcentaje estimado por Nayak et al. (2019) de polvo de piedra caliza y a Sialer (2021) quien determino que con 30% de piedra yesera se podía estabilizar el suelo; no obstante, Nayak et al. (2019) aparentemente habría logrado un mayor incremento en el CBR final del suelo siendo 29.46%, pero, se da porque, el CBR natural era 18.73%, por tanto, el suelo mejorado era 1.57 veces el CBR natural, mientras que, en el suelo de la carretera CA-940 se ha logrado que, el CBR del suelo mejorado sea 1.68, 1.46 y 1.64 veces el CBR natural al 100% MDS para las calicatas 1, 2 y 3 respectivamente; es decir se ha logrado un mayor incremento, porque los CBRs del suelo natural al 100% MDS son de tan solo 3.8%, 6.7% y 4.4% respectivamente para las calicatas 1, 2 y 3 de la carretera CA-940 de Chota; sin embargo Sialer (2021) con 30% de polvo de piedra yesera si logro un mayor incremento de 2.01 veces el CBR del suelo natural, pero cabe recalcar que, se trata de dos aditivos diferentes ambos son polvo de piedra pero de diferente tipo y características. En contraste otros estudios lograron menores porcentajes óptimos, es decir con menores cantidades de polvo de piedra caliza lograron incrementar el

CBR del suelo, este es el caso de Ewa et al. (2023), Salih & Abdallah (2022), Ewa et al. (2020) y Díaz & Linares (2021) que, determinaron como porcentaje óptimo a 15% pero lograron incrementos en el CBR similares al del estudio, siendo así, la diferencia en la dosificación óptima se debe al tipo de suelo natural en el que, han aplicado el adiconante siendo en muchos de los casos una mezcla de limo con arena y arcilla, mientras que, en Chota los suelos tienen una tendencia fina clasificándose como limosos y/o arcillosos según las calicatas en extracción. Otros estudios como, el de Pino (2022), Rodríguez & Arce (2018) y Hassan et al. (2020) establecieron como dosis óptima de adición de polvo de piedra a 20%, no porque si adicionan mayor porcentaje la capacidad de soporte disminuya sino porque consideran que con dicho porcentaje es suficiente para lograr significativamente aumentar el CBR, no obstante, en el caso del estudio el CBR del suelo natural es bastante bajo por lo que, fue necesario probar porcentaje de aditamento de polvo de piedra caliza más altos tal como recomiendan Pino (2022) y Ruiz (2023). Finalmente en todos los antecedentes tal como, en el estudio se ha demostrado que, el CBR se acrecienta al adicionar polvo de piedra caliza, sin embargo, existe un único estudio en el que, los resultados no son favorables siendo la investigación de Avendaño & Chiapana (2021) donde determinaron que, al incorporar residuos de ignimbrita el CBR del suelo disminuía en vez de acrecentarse, esto se deben principalmente al tipo de suelo que, decidieron mejorar, ya que, los autores trataron de estabilizar suelos areno limosos, por tanto, se puede argumentar que, la estabilización con polvo de piedra caliza es favorable para suelos finos limosos y/o arcillosos con poco o nada de contenido de suelos gruesos (áridos).

En resumen, el aditamento de PPC en el suelo puede ser una estrategia efectiva para mejorar sus propiedades, especialmente en el CBR.

VI. Conclusiones

- 6.1.CG: La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% influye en las propiedades mecánicas de una subrasante con suelo arcilloso, Chota-Cajamarca, 2023 con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.556 y 0.537 para el CBR al 95% y 100% MDS respectivamente, pero las propiedades físicas (índice de plasticidad) mantiene un coeficiente de correlación bajo e indirecto de -0.17. Siendo así se tiene las conclusiones específicas:
- 6.2.CE1: El polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. Disminuye el contenido óptimo de humedad, y acrecienta la máxima densidad seca y la capacidad de soporte del suelo
- 6.3.CE2: El polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la ruta CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. A medida que, se incrementa el porcentaje de polvo de piedra caliza se reduce el límite líquido e índice de plasticidad, pero no tiene efecto en el límite plástico.
- 6.4.CE3: Se ha planteado la metodología para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas del suelo, según el caso de la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.

VII. Recomendaciones

- 7.1.RG: Se recomienda mejorar la subrasante para incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando 30% de polvo de piedra caliza en la carretera CA-940 Chota, pero además se debe establecer un programa de monitoreo y mantenimiento para asegurar que el polvo de piedra caliza sigue funcionando de manera efectiva a lo largo del tiempo. Esto puede incluir inspecciones regulares, análisis de muestras y mantenimiento preventivo cuando sea necesario.
- 7.2.RE1: Se recomienda utilizar 30% de polvo de piedra caliza para mejorar las propiedades mecánicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota, pero para ello, se debe tener especial cuidado con el volumen de agua utilizado para la compactación a fin de que se logre su MDS y por ende su máximo CBR.
- 7.3.RE2: Se recomienda buscar otras técnicas de mejoramiento que, logren mayor reducción en el IP, así mismo, para lograr mayor disminución en las propiedades físicas al utilizar polvo de piedra caliza, se recomienda evaluar la calidad y origen del polvo de piedra caliza a utilizar. Asegurarse de que cumple la calidad y no contiene contaminantes que puedan afectar negativamente las propiedades del suelo.
- 7.4.RE3: Se recomienda documentar adecuadamente todo el proceso de adición de polvo de piedra caliza en futuras investigaciones con otros porcentajes u otros tipos de polvo de piedra, incluyendo las pruebas, evaluaciones y resultados obtenidos. Esto permitirá la retroalimentación y aprendizaje continuo, así como la probabilidad de compartir la experiencia con otros profesionales en el futuro. Es importante tener en cuenta que, a pesar de que en la presente investigación se ha planteado un Manual para el mejoramiento del suelo con polvo de piedra caliza los pasos a seguir pueden variar según el proyecto y la recomendación de expertos en geotécnica. Por lo que, se recomienda buscar asesoramiento profesional antes de realizar cualquier intervención en la subrasante de una carretera.

VIII. Referencias

- Ahmed, A. H., Hassan, A. M., & Lotfi, H. A. (2020). Stabilization of expansive sub-grade soil using hydrated lime and dolomitic-limestone by-product (DLP). *Geotechnical and Geological Engineering*, 1(38), pp. 1605-1617. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10706-019-01115-5>
- Alburqueque, K. A., & Flores, Y. D. (2021). *Estabilización de la subrasante incorporando piedra over y material de demolición de estructuras de concreto, Calle Amazonas, C.P Mallaritos, Sullana, 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Insitucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66629>
- Ali, A., Zahran, E. M., Tan, S. J., & Hassan, N. (2023). Chemical stabilisation of sandstone road aggregate layers: A literature review. *Conference Proceedings*, 2643(1), pp. 15-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0110713>
- Alvarez, J. L. (2005). Caracterización de morteros para revestimientos con polvo de piedra. *Revista de la construcción*, 4(2), pp. 30-37. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745004.pdf>
- Amulya, G., Moghal, A. A., & Almajed, A. (2021). A State-of-the-Art Review on Suitability of Granite Dust as a Sustainable Additive for Geotechnical Applications. *Crystals*, 11(2), pp. 1526-1530. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/cryst11121526>
- Andrew, R. M. (2018). Global CO2 emissions from cement production. *Earth System Science Data*, 10(1), pp. 195-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/essd-10-195-2018>
- Arias, D. E. (2011). *Exploración geotécnica– Relaciones geoelectricas*. [Tesis de maestría en Ingeniería Geotécnica, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8777>
- Avendaño, G. D., & Chipana, B. J. (2021). *Subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa -*

2021. [Tesis de grado, Universidad César de Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64871>
- Bañon, L., & Beviá, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: Construcción y mantenimiento*. Ortiz e Hijos, contratista de obras, S.A. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- Birhane, M. (2020). *Improvement Of Geotechnical Properties Of Expansive Soil Using Stone Dust And Coal Ash (The Case Of Olonkomi Town, Ambo Area)*. [Thesis presented of the requirement for the degree of Master's in Civil Engineering Specialization in Geotechnical Engineering, Adama Science and technology University]. Repository ASTU. <http://213.55.101.20:8080/xmlui/handle/123456789/1539>
- Botía, W. A. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional UMNG. <http://hdl.handle.net/10654/6239>
- Branca, T. A., Colla, V., Algermissen, D., Granbom, H., Martini, U., Morillon, A., . . . Rosendahi, S. (2020). Reuse and Recycling of By-Products in the Steel Sector: Recent Achievements Paving the Way to Circular Economy and Industrial Symbiosis in Europe. *Metals*, *10*(3), pp. 345-350. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/met10030345>
- Campos, J. J., & Pérez, E. M. (2023). *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante las adiciones de piedra yesera triturada y yeso en un tramo de la carretera Cruce Caracucho – Monte Hermoso – Sequiones, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10961>
- Campos, J., & Guardia, G. M. (2005). *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. [Trabajo de grado, Universidad Mayor de San Simón].

Repositorio UMSS.

https://www.academia.edu/9602742/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIM%C3%93N

Capia, C. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPEU. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3156>

Carrasco, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.

Castro, D. M. (2020). *Mejoramientos de subrasantes con roca ignea basalto tomada de la mina San Pedro, Armero Guayabal*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional UNIPILOTO.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7770>

Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 2(1), pp. 1-11.

https://doi.org/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36805674/1-Variables-libre.pdf?1425133381=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dvariables_de_Daniel_Cauas.pdf&Expires=1677861738&Signature=PtQCuDCHqLOlfvZGUHE~ULOJqamczGsPkXVFhokmc7Rk72I9AoxpZb~Kkm7NnffMi

Chávez, D. M., & Odar, G. (2019). *Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.

https://doi.org/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625903/Ch%C3%A1vez_ad.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Chincay, D. (2018). *Influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable tramo la Serma – Tambillo Jaén, Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2547>

Crespo, C. (2012). *Mecánica de suelos y cimentaciones, 5a ed.* Limusa Grupo Noriega.

Cruz, M. P., Martín, I. F., Arnaudo, C. E., & Higa, J. J. (2018). Estabilización de las subrasantes loésicas utilizando el descarte de piedras ornamentales. *Revista De Geología Aplicada a La Ingeniería Y Al Ambiente*, 1(34), pp. 21-23. <https://doi.org/https://www.editoriasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/88>

Dar, N. A., & Bhalla, G. (2020). Stabilization of soil using jute fiber and Stone dust. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*, 5(8), pp. 3225-333. <https://doi.org/https://ijsdr.org/papers/IJS DR2008042.pdf>

Delgado, J. B., & León, A. C. (2019). *Mejoramiento de la subrasante mediante la mezcla de grava-arcilla para optimizar su capacidad portante en la calle Los Nogales, Piura-2019*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41352>

Díaz, J. D., & Linares, J. A. (2021). *Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización de una subrasante, Moyobamba, 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88057>

Duque, G., & Escobar, C. E. (2002). *Mecánica de los suelos - Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas*. Universidad Nacional, sede Manizales.

- Etim, R. K., Ekpo, D. U., Attah, I. C., & Onyilowe, K. C. (2021). Effect of micro sized quarry dust particle on the compaction and strength properties of cement stabilized lateritic soil. *Cleaner. Materials*, 2(2021), pp. 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100023>
- Ewa, D. (2022). Improvements of the geotechnical properties of subgrade soil using limestone dust. *Journal of inventive engineering and technology*, 2(3), pp. 1-10. <https://doi.org/http://jiengtech.com/index.php/INDEX/article/view/42>
- Ewa, D. E., Egbe, E. A., Ukpata, J. O., & Etika, A. (2023). Sustainable subgrade improvement using limestone dust and sugarcane bagasse ash. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 2(1), pp. 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100028>
- Fernández-Irigoín, R., & Ticlla-Ríos, T. N. (2020). Análisis de la condición de transitabilidad y nivel de intervención de las carreteras del distrito de Chota. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), pp. 24-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p24>
- Fienco, M. A., Bravo, B. S., Guachisaca, V. E., Jaramillo, E. A., & Fienco, V. E. (2017). *Elementos originales en el diseño geométrico de carreteras*. 3ciencias Editorial área de innovación y desarrollo, S.L. <https://doi.org/https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/11/Elementos-originales-dise%C3%B1o-carreteras-abrev.pdf>
- Garrido, M. E., Hidalgo, C., & Preciado, J. I. (2015). *Ensayos de mecánica de suelos Practicas de geotecnia*. Editorial Universitat politecnica de Valencia. https://doi.org/https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67701/TOC_6262_01_01.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Hassan, H. J., Taher, S. A., & Alyousify, S. (2020). Effect of gravel dust and limestone dust on geotechnical properties of clayey soil. *ournal of Duhok University*, 23(2), pp. 194-205.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hubballi, R., Rahman, S. K., & Paul, A. (2021). Performance analysis of stone dust stabilized clayey soil from the Bilasipara region in North-Eastern India. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 12(2), pp. 422-429.
<https://doi.org/https://n9.cl/grbw5>
- Ibrahim, H. H., Alskane, Y. M., Mawlood, Y. I., Gharrib, K. M., & Hasan, A. M. (2020). Improving the geotechnical properties of high expansive clay using limestone powder. *Innovative Infrastructure Solutions*, 5(3), pp. 112-120.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s41062-020-00366-z>
- INACAL. (2019). NTP 339.252. SUELOS. *Guía normalizada para muestreo de suelos de la zona vadosa (zona no saturada por encima del nivel freático)*. 1ª Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 400.037. Agregados. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (24 de octubre de 2023). NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (24 de octubre de 2023). NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (24 de octubre de 2023). NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.

- INACAL. (23 de octubre de 2023). NTP 339.141 SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)). 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (23 de octubre de 2023). NTP 339.145 SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2015). *Soil mechanics fundamentals and applications*. CRC Press. <https://doi.org/https://acortar.link/DosPmr>
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de Suelos, Tomo 1 Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Limusa Noriega Editores. https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
- Laica, J. G. (2016). *Influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de una sub base*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24440>
- Lancheros, C. R., & Bernal, J. D. (2009). *Guía metodológica del ensayo de humedad para suelos finos, método de horno microondas, con reductor de calor*. [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1173&context=ing_civil
- Lindh, P., & Lemenkova, P. (2022). Impact of Strength-Enhancing Admixtures on Stabilization of Expansive Soil by Addition of Alternative Binders. *Civil and Environmental Engineering*, 18(2), pp. 1-10. <https://doi.org/https://hal.science/hal-03844558/>

- Mantilla, J. A. (2019). *Mejoramiento con granalla mineral en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Tocache – Juanjui, Km: 39+010*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45950>
- Meza, G. E. (2016). *Perforaciones en campo: Alternativa para disminuir la expansión de suelos*. [Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Construcción, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional UAQ. <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/7389>
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Boletín Estadístico Minero Diciembre 2022, Edición N° 12-2022*. Ministerio de Energía y Minas. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4097457/BEM%2012-2022.pdf?v=1675805688>
- Monje, C. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. *Universidad Surcolombiana*, 1(1), pp. 216-220. <https://doi.org/https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Morales, D. M. (2017). *Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$* . [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1099>
- Morocho, F. C., & Casaverde, G. F. (2022). *Diseño y aplicación de base estabilizada con cemento, producida en planta de suelos para el tramo 2 de la carretera departamental costanera II*. [Tesis de grado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional UDEP. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5682/ICI_2212.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- MTC. (2014). *Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- MTC. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos; sección suelos y pavimentados*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- MTC. (27 de julio de 2016). Actualización del clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras – SINAC. *El Peruano*, págs. 4639-4878.
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- MTC. (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
https://doi.org/http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf
- MTC. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Nayak, D., Sarvade, P. G., Patel, Y. H., & Yadav, E. (2019). Improvement of Geotechnical Properties of Lateritic Soil using Quarry Dust and Lime. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), pp. 3846-3850.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84355981/B4240129219-libre.pdf?1650246318=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImprovement_of_the_geotechnical_properti.pdf&Expires=1678583267&Signature=B8qdQ7j~eGpf~rwkKL6gAkkIJ5hiOJwUNxxkiQEuIFsJalmfwU
- Ogila, W. A. (2016). The impact of natural ornamental limestone dust on swelling characteristics of high expansive soils. *Environmental Earth Sciences*, 75(24), pp. 1493-1500. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12665-016-6305-y>

- Oliva, C. (2010). *Estabilización de un suelo de la formación Toledo con cemento portland y sistema rocamix líquido*. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" de la Habana. <https://docplayer.es/95648637-Estabilizacion-de-un-suelo-de-la-formacion-toledo-con-cemento-portland-y-sistema-rocamix-liquido.html>
- Pastor, J. L., Tomás, R., Cano, M., Riquelme, A., & Gutiérrez, E. (2019). Evaluation of the improvement effect of limestone powder waste in the stabilization of swelling clayey soil. *Sustainability*, *11*(3), pp. 679-693. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su11030679>
- Paucar, L. E. (2011). *Determinación de la ecuación de correlación entre los ensayos CBR de laboratorio y PDC in situ para los tipos de suelos de la subrasante de la vía Riobamba-Alausí*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/510>
- Pino, S. P. (2022). *Adición del polvo de piedra triturada para estabilizar la subrasante de la avenida Francisco Falman, centro poblado San Francisco – Moquegua 2022*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/102349>
- Ramos, B., & Torres, J. A. (2012). *Mejoramiento del material afirmado de las canteras adyacentes para el terraplén de la carretera Lircay – Ccochaccasa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/220>
- Rico, A., & Del Castillo, H. (2017). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, ferrocarriles y aeropistas, volumen I*. Limusa.
- Rimal, S., Poudel, R. K., & Gautam, D. (2019). Experimental study on properties of natural soils treated with cement kiln dust. *Case Studies in Construction Materials*, *10*(1), pp. 223-230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00223>

- Rodríguez, M. A., & Arce, C. A. (2018). *Análisis del comportamiento de la roca ignea volcánica basalto como alternativa de mezcla con material de subrasante areno arcilloso y material granular tipo afirmado A-38 para estructura vial*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional Unipiloto. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5741>
- Ruiz, F. Y. (2023). *Evaluación de la incorporación de polvo de piedra chancada en la subrasante deteriorada por deformación, carretera Chota – Shitacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional UNACH. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/337>
- Sabat, A. K., & Muni, P. K. (2015). Effects of limestone dust on geotechnical properties of an expansive soil. *Int. J. Appl. Eng. Res*, 10(1), pp. 377724-377730. https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Akshaya-Sabat/publication/283104130_Effects_of_limestone_dust_on_geotechnical_properties_of_an_expansive_soil/links/57a36c7808ae3f4529225644/Effects-of-limestone-dust-on-geotechnical-properties-of-an-expansive-soil.pdf
- Salehi, M., Bayat, M., Saadat, M., & Nasri, M. (2022). Prediction of unconfined compressive strength and California bearing capacity of cement-or lime-pozzolan-stabilised soil admixed with crushed stone waste. *Geomechanics and Geoengineering*, 1(1), pp. 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/17486025.2022.2040606>
- Salih, N. B., & Abdallah, T. A. (2022). Characterization of the geotechnical properties of CL soil improved by limestone. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(7), pp. 604-610. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12517-022-09871-0>
- Shafigh, P., Hashemi, M., Nam, B. H., & Koting, S. (2020). Optimum moisture content in roller-compacted concrete pavement. *International Journal of Pavement Engineering*,

21(14), pp. 1769-1779.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1567919>

Sialer, R. W. (2021). *Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021*. [Tesis de grado, Universidad César de Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66208>

Silvestre, J. M. (2018). *Análisis Comparativo de los efectos del Agua de Mar y de Cal en la Estabilización de Suelos Arcillosos en Calles que conforman el Barrio 2 de Noviembre de la Comuna Engabao perteneciente al Cantón Playas Provincia del Guayas*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29329>

Singh, J., Singh, B., & Singla, S. (2021). Enhancement of Expensive Soil by Addition of Stone Dust and LDPE Fibre. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 9(1), pp. 910-916. <https://doi.org/https://n9.cl/i4yx8>

Tamiru, G., & Ponnurangam, P. (2019). Effect of marble dust for stabilization of expansive soil. *CIKITUSI Journal for Multidisciplinary Research*, 6(1), pp. 46-56. <https://doi.org/https://n9.cl/vmirp>

Taype, E. A. (2016). *Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4107>

Toledo, A. J. (2014). *Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecanismos de suelos fricciantes utilizados en subrasantes en carreteras*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/748>

- Ulate-Castillo, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. *Universidad de Costa Rica*, 8(2), pp. 1-13.
<https://doi.org/https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>
- Vasquez, C. G. (2022). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, con polvo de mármol y cal, Av. California – Chosica, Lima 2022*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/107833>
- Vela, B. C. (2018). *Mejoramiento De La Infraestructura Vial, Aplicando Pavimento De Piedra Como Alternativa Constructiva Del Kilómetro 0 Al 10 Carretera Al Centro Poblado Mamonaquihua, Distrito De Cuñumbuqui, Provincia De Lamas, San Martín*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/30568>

IX. Anexos

Anexo N° 1. Matriz de consistencia.

Título: Mejoramiento de subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023

Tesista: Jordan Cristopher Alfredo Burga Vásquez

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Metodología
<p>Problema general ¿En qué medida se puede mejorar la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023?</p> <p>Problemas específicos ¿En qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023?</p> <p>¿En qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023?</p> <p>¿En qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023?</p> <p>¿Cómo se planteará la metodología para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el mejoramiento de la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023.</p> <p>Objetivos específicos <input type="checkbox"/> Determinar en qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. <input type="checkbox"/> Evaluar en qué medida la adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. <input type="checkbox"/> Plantear la metodología para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante, de acuerdo con los valores obtenidos en la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.</p>	<p>Hipótesis general Se puede mejorar la subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar sus propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023.</p> <p>Hipótesis específicas <input type="checkbox"/> La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades mecánicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. <input type="checkbox"/> La adición de polvo de piedra caliza al 22.5%, 25%, 27.5%, 30% y 32.5% mejora las propiedades físicas de la subrasante de la carretera CA-940 del distrito de Chota – Cajamarca, 2023. <input type="checkbox"/> La metodología para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante, se ha planteado de acuerdo con los valores obtenidos en el caso de la subrasante de la carretera CA-940 Chota – Cajamarca, 2023.</p>	VI Mejoramiento de subrasante	Adición de polvo de piedra caliza	0%	%	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicado Nivel: Explicativo Diseño: No experimental Población: Carretera CA-940 de 6km. Muestra: El tramo de 0+000 al 1+500 de la subrasante considerando el tramo más crítico de la carretera CA-940, Chota – Cajamarca. Se realizarán 3 calicatas de 1.5 m de profundidad en los kilómetros 0+250, 0+750, 1+250. Muestreo: no probabilístico por conveniencia tomando en cuenta los criterios del MTC (2014)</p>
					22.5%	%	
					25%	%	
					27.5%	%	
					30%	%	
					32.5%	%	
			VD Propiedades físico mecánicas del suelo arcilloso	Propiedades físicas	Contenido de humedad	%	
					Granulometría	%	
					LL	%	
					LP	%	
					IP	%	
					Óptimo contenido de humedad OCH	%	
					Máxima densidad seca MDS	gr/cm ³	
Propiedades mecánicas	Propiedades mecánicas	Expansión	%				
		CBR al 95% MDS	%				
		CBR al 100% MDS	%				

Anexo N° 2. Fotografías

Fotografía 1. Excavación de la calicata 1 en la carretera CA-940



Fotografía 2. Excavación de la calicata 2 en la carretera CA-940



Fotografía 3. Excavación de la calicata 3 en la carretera CA-940



Fotografía 4. Ensayo de contenido de humedad del suelo de la carretera CA-940



Fotografía 5. Secado de muestras de suelo de la subrasante de la carretera CA-940



Fotografía 6. Análisis granulométrico del suelo de la subrasante de la carretera CA-940



Fotografía 7. Ensayo de límite líquido al suelo de la subrasante de la carretera CA-940



Fotografía 8. Ensayo de límite plástico al suelo de la subrasante de la carretera CA-940



Fotografía 9. Ensayo de Proctor modificado al suelo de la carretera CA-940



Fotografía 10. Proceso de ensayo de expansión del suelo para prueba de CBR



Fotografía 11. Ensayo de BR al suelo natural de la subrasante de la carretera CA-940



Fotografía 12. Tamizado del polvo de piedra caliza, material que, pasa la malla N° 100



Fotografía 13. Mezcla del suelo con el polvo de piedra caliza



Fotografía 14. Suelo con polvo de piedra caliza para ensayo de plasticidad



Fotografía 15. Ensayo de límite líquido en el suelo con polvo de piedra caliza



Fotografía 16. Ensayo de límite plástico en el suelo con polvo de piedra caliza



Fotografía 17. Ensayo de Proctor modificado en el suelo con polvo de piedra caliza



Fotografía 18. Preparación de muestras para ensayo de CBR al suelo con polvo de piedra



Fotografía 19. Ensayo de CBR en las muestras de suelo con polvo de piedra caliza



Anexo N° 3. Ensayos de laboratorio



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 01

(TERRENO NATURAL)

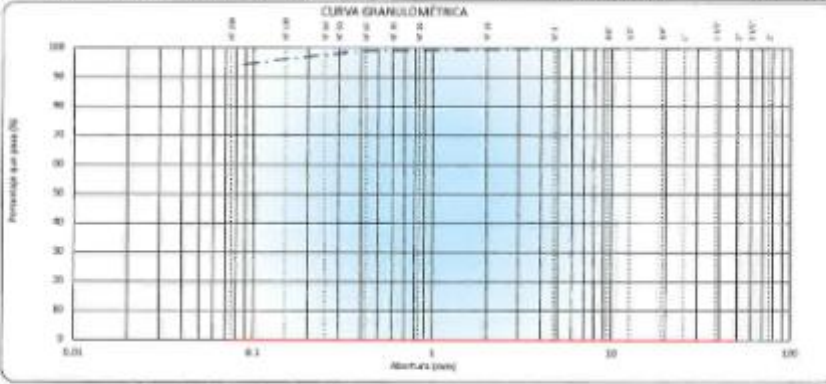
LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erlin Claudio Rimurachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
[Firma]
Gerardo Rivas Cárdenas
INGENIERO CIVIL
Reg. Ú. N.º 207825



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código:	CAL-G-001			
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión:	01			
			Fecha:	-			
			Página:	1 de 6			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMAS TÉCNICAS: NTC 6107, ASTM D 420, ASTM T 88							
DATOS DE PROYECTO							
PROYECTO:	"ACCIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBSISTENCIA DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"						
UBICACIÓN:	1. PROVINCIA DE OROTA		REALIZADO POR: L.C.D.				
SOLICITANTE:	2. JORJANO CHRISTOPHER ALFREDO BARRERA VARGAS		APROBADO POR: G.R.B.				
EXPLORACIÓN:	3. CALLETA CIELO ABERTO		FECHA DE MUESTREO: 15/03/23				
ESTRUCTURA:	4. SUBGRANATE		FECHA DE ENSAYO: 20/03/23				
TIPO DE SUELO:	5. TERRENO NATURAL						
DATOS DE LA MUESTRA							
GRANULOMETRÍA:	6. G-01		PESO: pag. 5.00 - 1.00				
MUESTRA:	7. M-01		COORDENADAS: -				
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	VARIAANTE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
0.075	75						Muestra S. Retenido
0.15	150						Muestra Total de 0-0.075 (g): 99.0
0.3	300						Muestra Fin - 0.15 (g): 9.1
0.6	600						Muestra Coarse - 0.3 (g): 9.9
1.18	1180						Franco Medio - 0.6 (g): 10.0
2.0	2000						Granos de Agregación
4.75	4750						Grano Líquido (g): 14.1
7.5	7500						Grano Plástico (g): 21.4
15	15000						Grano Fino (g): 27.7
30	30000						Clasificación de Suelo
60	60000						Clasificación SPTCS: - MH
100	100000						Clasificación MASH (I): - A-1-B (2)
200	200000	2.0	0.4	0.4	100.0		
400	400000	2.4	0.5	0.6	99.2		
750	750000						Terreno Natural (g): 25.3
1500	1500000						Materia Orgánica (g): 1.000
3000	3000000	3.7	0.7	1.0	99.0		Muestra para SPTCS: 1.000
6000	6000000	1.7	0.3	1.0	99.2		Cuadro para Muestreo: 10.0
12000	12000000	22.3	4.7	6.1	93.9		CPM 0.1" al 0.075 MDS: 20.3
25000	25000000	487.00	93.0	100.0			CPM 0.1" al 0.075 MDS: 2.8

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachán LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Christian Rimarachán INGENIERO CIVIL

	INFORME		Código	CAL-H.N-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	3 de 6
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL				
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 198, ASTM D 2298				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA		REALIZADO POR: I.C.D	
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		APROBADO POR: G.K.H	
EXPLORACIÓN	CALICATA GELO ABIERTO		FECHA DE MUESTREO: 10/02/2023	
ESTRUCTURA	SUBRASANTE		FECHA DE ENSAYO: 20/02/23	
MATERIAL	TERRENO NATURAL			
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	C-01		PROF. sup. 0.90 - 1.50	
MUESTRA	M-01		COORDENADAS: -	
RESUMEN DE RESULTADOS				
ENSAYO N°	1	2	3	
N° DE TARA	7.00			
MASA TARA + SUELO HÚMEDO	101	2890.0		
MASA TARA + SUELO SECO	101	1896.0		
MASA DE LA TARA	101	0.0		
MASA DEL AGUA	101	994.0		
MASA DEL SUELO SECO	091	1095.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.31		
HUMEDAD NATURAL	(%)	25.3		

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS DE CONJUNTO CON EL SOLICITANTE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 <p>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarochin</i> <small>LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO</small></p>	 <p>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Genesis Robinson Rimarochin</i> <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>Reg. U.P. 172070</small></p>

	INFORME		Origen	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Version	01
			Fecha	-
			Página	2 de 6
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA Nº40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 88 - T 90				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: I.C.D	
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R	
ESTRUCTURA	SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 14/02/20	
MATERIAL	TIERRENO NATURAL		FECHA DE ENSAYO: 20/02/20	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	C-01		PROF. (m): 0.08 - 1.50	
MUESTRA	M-01		COORDENADAS: -	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118, AASHTO T 88)				
Nº DE TARA		7.40	7.52	7.36
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		47.07	49.29	52.48
MASA TARA + SUELO SECO (gr)		26.60	26.15	27.94
MASA DEL AGUA (gr)		12.37	11.03	14.94
MASA DE LA TARA (gr)		13.71	13.68	13.91
MASA DEL SUELO SECO (gr)		21.89	22.27	24.93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		56.51	58.93	66.51
NÚMERO DE GOLPES		34	23	35
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
Nº DE TARA		7.18	7.58	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		17.25	17.75	
MASA TARA + SUELO SECO (gr)		16.24	16.83	
MASA DE LA TARA (gr)		8.85	8.94	
MASA DEL AGUA (gr)		2.01	2.12	
MASA DEL SUELO SECO (gr)		8.59	8.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.50	30.23	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA LÍMITE LÍQUIDO (%) 58.1 LÍMITE PLÁSTICO (%) 30.4 ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) 27.7			OBSERVACIONES 	
<small>Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONTACTO CON EL SOLADOMITE.</small>				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TÉCNICO DE LABORATORIO Erlin Clavo Rimarochin <small>Laboratorio de Ingeniería y Construcción SAC</small>		ING. RESPONSABLE Germán Augusto Rodríguez <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>REG. C.O.P.E.C. 25713</small>		

	INFORME		Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	4 de 5

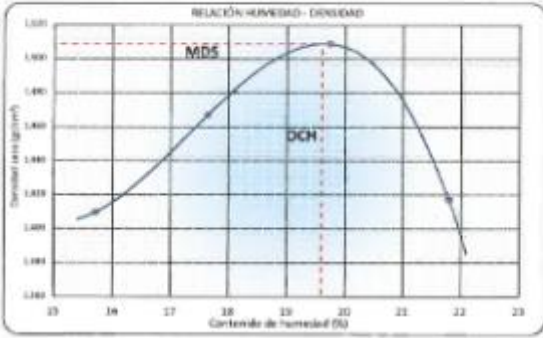
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 118 - 2018 / ASTM D 1587 - AASHTO T-188)

DATOS DE PROYECTO	
PROYECTO	*ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBSISTANCIAS DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS*
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGUA VASQUEZ
EXPLORACION	CALICATA CILO ABIERTO
ESTRUCTURA	SUBRASANTE
MATERIAL	TERRENO NATURAL
REALIZADO POR: I.C.D APROBADO POR: G.R.R	
FECHA DE MUESTREO: 10/02/23 FECHA DE ENSAYO: 20/02/23	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	C-01
MUESTRA	M-01
PROP. (v): 9.88 - 1.53 COORDENADAS: -	




Carpete N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Calques de Placa por Capas	25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	5292	5370	5447	5370
Masa molde + base	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	1565	1643	1720	1643
Volumen del molde (cm³)	952	952	952	952
Masa volumétrica húmeda (g/cm³)	1.631	1.726	1.807	1.736
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04
Masa del suelo húmedo + tara	710.0	680.0	740.0	710.0
Masa del suelo seco + tara	613.0	596.0	618.0	582.0
Masa de Tara	50	50	50	50
Masa de agua	96.4	103.0	122.0	127.9
Masa del suelo seco	613.0	596.0	618.0	582.0
Contenido de agua (%)	15.7	17.6	19.7	21.8
Masa volumétrica seco (g/cm³)	1.419	1.467	1.509	1.417
Densidad máxima (g/cm³)				1.589
Humedad óptima (%)				19.6


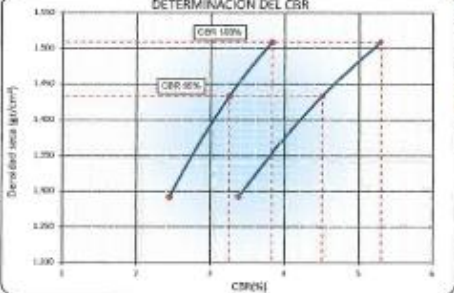
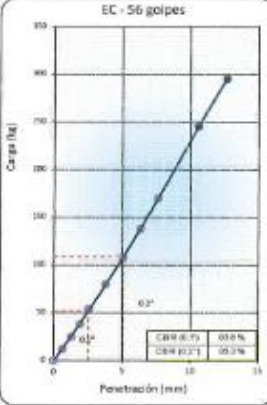
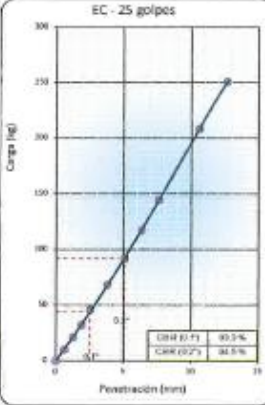
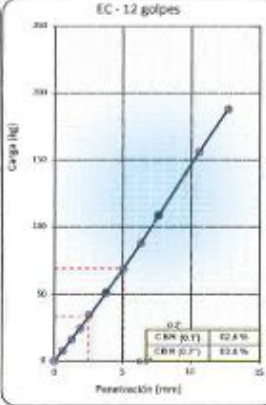
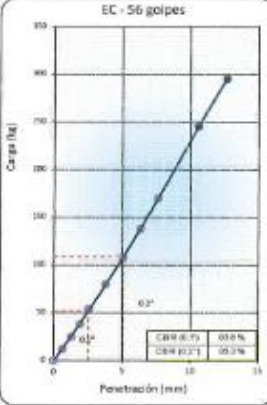
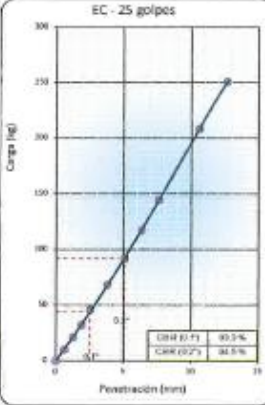
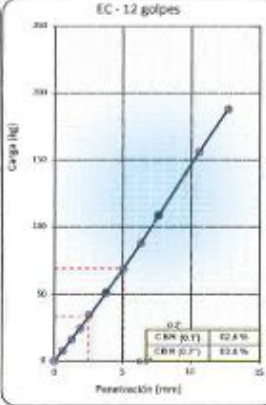
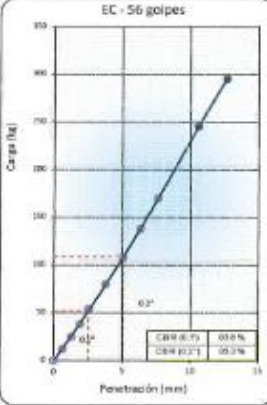
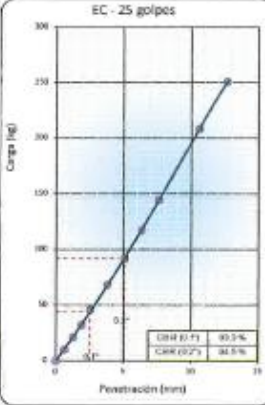
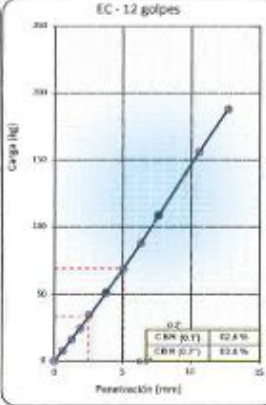


DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de Cilindro de Placa	45.7 cm
Masa del Placa	4.5 kg
Número Molde	502
N° capas	5
N° golpes/capas	25
GRADACION DE LA MUESTRA	
TAMIZ	RET. PARCIAL
3"	
2"	
1 1/2"	
3/4"	
1/4"	
< 1/4"	100.0
DATOS	
MTC E 118 - 2018	
Gravedad Específica (g/cm³)	
Máxima densidad (g/cm³)	1.589
Optima Contenido de Humedad	19.6



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Claveo Rimanachin</i> LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Firma]</i> Gerencia General de Ingeniería y Construcción

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	WVRS	01										
		Fecha	-										
		Página	5 de 6										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 021, ASTM D 1883, AASHTO T 993													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	MEDICIÓN DE POLVOS DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRAMANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN ORTIZ/INRA ALFREDO RAMA VAQUERIZ		REALIZADO POR: I.C.D										
EXPLORACIÓN	CALICATA C/O.L.O ABERTO		AFIRMADO POR: G.S.R										
ESTRUCTURA	SUBRAMANTE		FECHA DE MUESTREO: 14/02/2023										
MATERIAL	TERRENO NATURAL		FECHA DE ENSAYO: 09/02/2023										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-01		PROF. (m): 0.00 - 1.00										
MUESTRA	M-01		COORDENADAS: -										
COMPACTACIÓN													
Molde N°	a		1										
N° Capas	2		5										
N° golpes por capa	20		25										
CONDICIÓN DE LA MUESTRA													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO										
Masa de molde + agua tomada (g)	1333.4	1234.5	1051.1										
Masa de molde + tara (g)	828.5	825.0	699.9										
Masa del suelo tomado (g)	504.9	409.5	351.2										
Volúmenes del molde (cm³)	2122	2122	2112										
Densidad aparente (g/cm³)	1.868	1.817	1.710										
N° Test	5-01	5-02	5-03										
Masa agua tomado + tara (g)	645.0	450.9	400.0										
Masa agua seco + tara (g)	526.5	339.9	319.9										
Masa de tara (g)	55	55	55										
Masa de agua (g)	118.5	111.1	100.0										
Masa de suelo seco (g)	551.5	338.9	319.9										
Contenido de humedad (%)	19.8	32.8	31.2										
Densidad seca (g/cm³)	1.589	1.500	1.434										
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN	DIAL	EXPANSIÓN	DIAL	EXPANSIÓN					
			mm	%	mm	%	mm	%					
20/02/23	10:10	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
20/02/23	10:10	24	286.00	2.80	289.00	2.80	385.00	3.80					
4/03/2023	10:10	48	320.00	2.70	345.00	3.10	380.00	3.20					
10/03/2023	10:10	72	340.00	2.90	375.00	3.20	395.00	3.30					
09/03/2023	10:10	96	389.00	3.40	378.00	3.20	425.00	3.50					
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	BOLDE N° 9				BOLDE N° 1				BOLDE N° 33			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		DIN	kg	kg	%	DIN	kg	kg	%	DIN	kg	kg	%
0.020			0			0				0			
0.025			12			18				0			
1.270			25			21				16			
1.935			38			32				24			
2.540	70.5		54	52.2	0.9	46	44.4	3.3		34	33.3	2.4	
3.810			80			68				51			
5.000	105.7		109	104.4	0.5	91	80.3	4.6		69	66.1	3.4	
6.250			130			117				89			
7.620			170			140				108			
10.400			245			200				150			
12.700			295			251				170			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Edwin Clavo Rivas Pachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC G. Quiñones COMITÉ NACIONAL DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION ORGANISMO REGULADOR DEL SECTOR						

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001														
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01														
		Fecha	-														
		Página	6 de 6														
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)																	
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193																	
DATOS DE PROYECTO																	
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"																
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE QUITA																
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO SURIGA VASQUEZ	REALIZADO POR :	I.C.D														
EXPLORACION :	CALCATA CIRLO ABIERTO	APROBADO POR :	G.R.R														
ESTRUCTURA :	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO :	10/02/23														
MATERIAL :	TERRENO NATURAL	FECHA DE ENSAYO :	20/02/23														
DATOS DE LA MUESTRA																	
CALCATA :	C-01	PROF. (m):	0.00 - 1.50														
MUESTRA :	M-01	COORDENADAS :	-														
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROCTOR MODIFICADO ASTM</td> <td style="text-align: right;">1597</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">1.709</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: right;">19.6</td> </tr> <tr> <td>95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">1.614</td> </tr> </table>		PROCTOR MODIFICADO ASTM	1597	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.709	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.6	95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.614						
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1597																
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.709																
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.6																
95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.614																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">PORCENTAJE DEL CBR</th> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">0.1"</td> <td style="text-align: center;">2.2</td> <td style="text-align: center;">0.2"</td> <td style="text-align: center;">4.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">0.1"</td> <td style="text-align: center;">3.0</td> <td style="text-align: center;">0.2"</td> <td style="text-align: center;">5.3</td> </tr> </table>		PORCENTAJE DEL CBR				C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	2.2	0.2"	4.3	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	3.0	0.2"	5.3	Observaciones:	
PORCENTAJE DEL CBR																	
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	2.2	0.2"	4.3													
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	3.0	0.2"	5.3													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 56 golpes  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 25 golpes  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 12 golpes  </td> </tr> </table>				EC - 56 golpes 	EC - 25 golpes 	EC - 12 golpes 											
EC - 56 golpes 	EC - 25 golpes 	EC - 12 golpes 															
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.																	
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC																	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE																
 Erelin Clavo Rímarachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	 Cristian Rivas Catedrático Rivas Rímarachin INGENIERO CIVIL																







GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 01

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5)

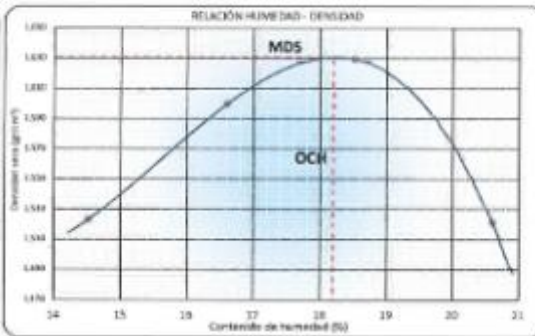


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - BALLA Nº40 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CROYTA	REALIZADO POR:	I.C.D
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	APROBADO POR:	G.R.R
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABIERTO	FECHA DE MUESTREO:	29/02/2023
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE ENSAYO:	08/02/2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5, 22.8		
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	C-01	PROF. (m):	-
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)			
Nº DE TARA	1.01	1.05	1.15
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	55.16	43.72	48.94
MASA TARA + SUELO SECO (g)	37.84	37.82	37.99
MASA DEL AGUA (g)	17.32	11.90	11.95
MASA DE LA TARA (g)	17.02	16.90	16.59
MASA DE L SUELO SECO (g)	20.82	20.80	21.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	39.17	37.05	35.94
NÚMERO DE GOLPES	26	26	26
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)			
Nº DE TARA	1.02	1.03	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	17.56	17.08	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	14.90	14.63	
MASA DE LA TARA (g)	6.79	6.67	
MASA DEL AGUA (g)	2.60	2.45	
MASA DEL SUELO SECO (g)	8.74	8.18	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.09	30.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	57.3		
LÍMITE PLÁSTICO (%)	30.1		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	27.2		
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONSULTA CON EL SOLICITANTE.			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE		
 Erín Clavo Rimarcachin LABORATORIO SUBSOLUCIÓN Y ASFALTO	 Erín Clavo Rimarcachin LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		

	INFORME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	2 de 4	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 118 - 2018 / ASTM D 1557 - AASHTO T 180)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS				
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA				
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGAS VARGAS	REALIZADO POR: I.C.D			
EXPLORACION	CALICATA CILO ABIERTO	APROBADO POR: G.R.R			
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO: 20/02/23			
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 23.8	FECHA DE ENSAYO: 03/02/23			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C-01	PROF. ORG. -			
MUESTRA	M-01	COORDENADAS: -			
Energía N°	1	2	3	4	
Número de Capas	6	6	6	6	
Calajes de Placa por Capa	30	30	30	30	
Masa suelo húmedo + molde	(g)	3528	3602	3714	3673
Masa molde + base	(g)	3082	3082	3002	3053
Masa suelo húmedo compactado	(g)	3545	3759	3621	3720
Volumen del molde	(cm ³)	943	943	943	943
Masa volumétrica húmeda	(g/cm ³)	3.764	3.989	3.851	3.955
Tare N°	1-01	1-02	1-03	1-04	
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	380.0	370.0	370.0	370.0
Masa del suelo seco + tara	(g)	315.2	301.7	314.7	312.5
Masa de Tara	(g)	60	60	60	60
Masa de agua	(g)	74.8	68.3	65.3	67.5
Masa del suelo seco	(g)	315.2	301.7	314.7	312.5
Contenido de agua (%)	(%)	23.8	22.6	20.8	21.6
Masa volumétrica seco	(g/cm ³)	3.333	3.199	3.326	3.421
				Densidad máxima (g/cm ³)	3.851
				Humedad óptima (%)	20.8

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Área de Corte de Placa	45.7 cm	
Masa del Molde	4.5 kg	
Calajes Molde	30	
N° capas	5	
N° golpes/capa	25	
ORIGEN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
20		
40		
60		
75		
100		
150		
200		
DATOS METODOS A		
Gravedad Específica (g/cm ³)		
Máxima densidad seca (g/cm ³)	3.851	
Optima Humedad de Plasticidad	20.8	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rinorachin LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Ing. G. R. R. Centro de Investigación y Desarrollo Av. 29 de Abril 1001 Río de Janeiro, Perú

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01										
		Fecha	-										
		Página	3 de 4										
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC 132, ASTM D 180, ASHTO T 190													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-GRANULOS DE SUELOS ARELLISOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTÓFHER ALFREDO BURGÁ VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	L.C.D.										
EXPLORACIÓN	CALICATA CILO ABERTO	APROBADO POR:	C.L.R.										
INSTRUMENTACIÓN	SUBGRANULOS	FECHA DE MUESTREO:	20062023										
MATERIA	TORNADO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5 22.5	FECHA DE ENSAYO:	0002023										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-01	PROF. (m)	-										
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-										
COMPACTACIÓN													
Bolde N°	30		40										
N° Capas	8		8										
N° golpes por capa	20		20										
	30		42										
	30		12										
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO										
Masa de molde + agua saturado (g)	11540	11333	11712										
Masa de molde + base (g)	7075	7075	7040										
Masa del suelo saturado (g)	4115	4158	3990										
Volumen del molde (cm³)	2130	2130	2128										
Densidad húmeda (g/cm³)	1.930	1.952	1.872										
N° Tapa	7-01	7-02	7-03										
Masa molde húmedo + tapa (g)	720.0	630.0	670.0										
Masa molde seco + tapa (g)	607.0	524.0	470.0										
Masa de tapa (g)	102.0	106.0	96.0										
Masa de agua (g)	607.0	524.0	470.0										
Masa de suelo seco (g)	607.0	524.0	470.0										
Coeficiente de humedad (%)	18.5	20.1	21.0										
Densidad seca (g/cm³)	1.620	1.620	1.540										
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
00/02/2023	11:50	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00		
00/02/2023	11:50	24	266.00	2.600	2.30	292.00	2.920	2.50	304.00	3.040	2.60		
00/02/2023	11:50	48	281.00	2.810	2.42	300.00	3.000	2.40	302.00	3.020	3.01		
00/02/2023	11:50	72	324.00	3.200	2.81	367.00	3.670	3.14	374.00	3.740	3.24		
00/02/2023	11:50	96	303.00	3.000	2.57	300.00	3.000	3.20	305.00	3.050	3.30		
PERMEABILIDAD													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	BOLDE N° 10				BOLDE N° 40				BOLDE N° 42			
		CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
		mm	kg	kg	%	mm	kg	kg	%	mm	kg	kg	%
0.300			0				0				0		
0.600			16				14				11		
1.270			30				21				23		
1.900			62				44				33		
2.540	70.5		68	92.2	5.0		58	57.8	4.2		43	43.4	3.2
3.810			99				84				69		
5.080	103.7		132	131.8	6.0		112	112.1	5.0		84	84.0	4.1
6.350			165				140				107		
7.620			180				158				126		
10.000			275				236				175		
12.700			323				275				206		
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO						ING. RESPONSABLE							
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rómarchini LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rómarchini INGENIERO CIVIL R.O.C. 027.277-3							

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: RTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: I.C.D.
DIRECCIÓN	: CALICATA CILO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R.
ESTRUCTURA	: SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 3/06/2023
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5		FECHA DE ENSAYO: 5/06/2023
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01		PROF. (m): -
MUESTRA	: B-01		COORDENADAS: -
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
		PROCTOR MODIFICADO ASTM : 1557 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.551 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 19.2 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.469	
		PORCENTAJE DEL CBR:	
		C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 0.1" 4.2 0.2" 5.8 C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 0.1" 5.0 0.2" 6.5	
Observaciones:			
EC - 56 golpes		EC - 25 golpes	
CBR (0.1") : 54.0% CBR (0.2") : 60.0%		CBR (0.1") : 54.2% CBR (0.2") : 59.5%	
EC - 12 golpes			
		CBR (0.1") : 55.2% CBR (0.2") : 54.7%	
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE	
LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Brin Claro Rimacachi LABORATORIA SUELOS (CONCRETO Y ASFALTO)		LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Rivas Chiriquiano INGENIERO CIVIL SAC-CR-10000	



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 01

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 25.0)






 LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC


 Erlin Clavo Romarichin
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMTO


 LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

 G. Uta
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 26223

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
 TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
 RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 119 - NTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-GRANDES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE COTA		REALIZADO POR:	ICD
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VASQUEZ		APROBADO POR:	G.S.R
EXPLORACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO		FECHA DE MUESTREO:	28/02/2023
ESTRUCTURA	SUBGRANDE		FECHA DE ENSAYO:	08/02/2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1/25 P			
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	C-01		PROF. (M):	-
MUESTRA	M-01		COORDENADAS:	-
LÍMITE LÍQUIDO (NTC E 111, AASHTO T 89)				
N° DE TARA	7.32	7.14	7.29	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	48.53	48.66	48.17	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	37.90	37.36	36.94	
MASA DEL AGUA (g)	10.64	11.30	11.23	
MASA DE LA TARA (g)	18.40	17.24	17.47	
MASA DE SUELO SECO (g)	19.50	20.12	19.47	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.31	56.26	58.49	
NÚMERO DE GOLPES	34	24	15	
LÍMITE PLÁSTICO (NTC E 111, AASHTO T 89)				
N° DE TARA	7.05	7.07		
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	16.95	16.40		
MASA TARA + SUELO SECO (g)	14.93	14.63		
MASA DE LA TARA (g)	6.27	6.02		
MASA DEL AGUA (g)	2.42	1.77		
MASA DEL SUELO SECO (g)	8.26	8.01		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.30	22.45		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA LÍMITE LÍQUIDO (%) 55.0 LÍMITE PLÁSTICO (%) 29.4 ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) 25.6			OBSERVACIONES 	
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO  Erna Clara Rinerachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		ING. RESPONSABLE  Gonzalo Alvarado INGENIERO CIVIL Reg. CPN 726120		

	INFORME	Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	2 de 4

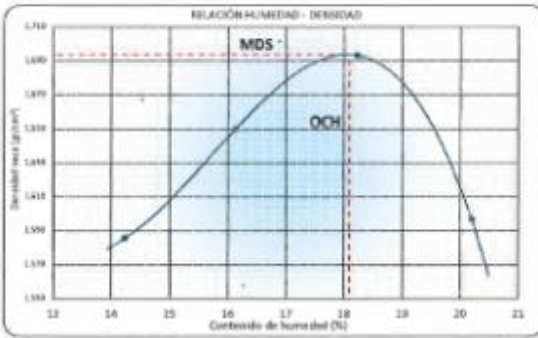
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2018 / ASTM D 1557 - AASHTO T-198)

DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	:	*ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS*	
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE OCHOS	
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO RUIZA VASQUEZ	REALIZADO POR: I.C.D
EXPLORACION	:	CALICATA CERRO ARRITO	APROBADO POR: G.R.R
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO: 28/1/2023
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1% 35.8	FECHA DE ENSAYO: 05/02/23

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	:	C-01	PROF. (m) :
MUESTRA	:	18-01	COORDENADAS :

Ensayo (M)		1	2	3	4	
Número de Capas						
Número de Platos por Capa		38	38	38	38	
Masa suelo húmedo + molde (g)		5401	5700	5701	5703	
Masa molde + base (g)		3893	3893	3893	3893	
Masa suelo húmedo compactado (g)		1708	1807	1808	1810	
Volumen del molde (cm³)		943	943	943	943	
Masa volumétrica húmeda (g/cm³)		1.811	1.916	1.919	1.919	
Tara (M)						
Masa del suelo húmedo + tara (g)		585.0	585.0	585.0	585.0	
Masa del suelo seco + tara (g)		495.2	473.6	490.0	474.2	
Masa de Tara (g)		98	98	98	98	
Masa de agua (g)		85.8	76.4	95.0	55.8	
Masa del suelo seco (g)		400.2	473.6	490.0	474.2	
Contenido de agua (%)		18.2	16.1	18.2	18.2	
Masa volumétrica seca (g/cm³)		1.806	1.889	1.893	1.887	
Densidad máxima (g/cm³)						1.894
Humedad óptima (%)						18.1

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Masa de Cada de Plazo		45.7 gm
Masa del Plazo		0.5 kg
Calibre No. de		943
Nº capas		3
Nº golpes/capa		25
CORADACION DE LA MUESTRA		
TAMU	RET. PART. CHL	PASA (%)
0"		
0.075"		
0.425"		
2.0"		
75"		
MÉTODOS		
Gravedad Específica (g/cm³)		
Módulo de elasticidad (g/cm³)		1.634
Óptimo Crítico de Humedad		18.1



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimaruchin</i> <small>UBIDEN/034 TRASPUNTO/2021/02</small>	ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC  <small>UBIDEN/034 TRASPUNTO/2021/02</small>

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Version	01										
		Fecha	-										
		Página	3 de 4										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: NTC E 102, ASTM D 188, AASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SOBRESANANTE DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOYA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VILLACRIZ	REALIZADO POR:	L.C.D.										
EXPLORANTE	CALICATA CITO ARBITO	APROBADO POR:	G.S.R.										
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	28/02/23										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% DE S	FECHA DE ENSAYO:	09/02/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	M-01	PROP. (m)	-										
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-										
COMPACTACIÓN													
Número	30	40	37										
Nº Capas	6	3	3										
Nº golpes por capa	30	25	60										
Características de la muestra													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + agua saturado (g)	12703	12149	11942	11876	11738	11789							
Masa de molde + base (g)	7884	7664	7500	7390	7320	7320							
Masa de suelo saturado (g)	4320	4281	4096	4088	3788	3810							
Volumen del molde (cm³)	2111	2111	2110	2110	2114	2114							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.051	2.018	1.969	1.938	1.790	1.855							
W (%)	7.01	7.02	7.03	7.04	7.00	7.00							
Masa suelo húmedo + base (g)	516.0	500.0	540.0	560.0	600.0	580.0							
Masa suelo seco + base (g)	491.0	480.0	486.0	492.0	520.0	494.0							
Masa de agua (g)	25.0	20.0	54.0	68.0	80.0	86.0							
Masa de suelo seco (g)	491.0	480.0	486.0	492.0	520.0	494.0							
Contenido de humedad (%)	5.1	4.2	11.1	13.8	15.4	17.4							
Densidad seca (g/cm³)	2.300	2.270	2.310	2.330	2.460	2.340							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DEAL	EXPANSIÓN	DEAL	EXPANSIÓN	DEAL	EXPANSIÓN					
			mm	%	mm	%	mm	%					
04/02/23	11:50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
10/02/23	11:50	24	240.00	2.400	239.00	2.390	239.00	2.390					
06/02/23	11:50	48	270.00	2.700	260.00	2.600	260.00	2.600					
06/02/23	11:50	72	310.00	3.100	305.00	3.050	307.00	3.070					
10/02/23	11:50	96	340.00	3.400	350.00	3.500	374.00	3.740					
PERMEABILIDAD													
PERMEABILIDAD (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kN/m²)	MOLDE Nº 30				MOLDE Nº 40				MOLDE Nº 37			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Def (mm)	kg	kg	%	Def (mm)	kg	kg	%	Def (mm)	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.005		15				15				15			
1.270		39				39				35			
1.000		62				60				60			
2.540	70.5	92	60.7	6.0		70	70.0	5.8		58	50.7	4.4	
3.810		100				100				104			
5.000	105.7	228	229.0	11.0		204	195.4	9.6		140	148.5	7.2	
6.350		260				260				260			
7.000		340				360				320			
10.000		470				404				300			
12.700		590				480				370			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO							ING. RESPONSABLE						
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rinarachin LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO							 GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Ing. Responsable						

	INFÓRME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Version	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBS-RANANTE DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE :	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURGAS VARGUES	REALIZADO POR:	L.C.D
EXPLORACIÓN :	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R
ESTRUCTURA :	SUBS-RANANTE	FECHA DE MUESTREO:	20/02/2023
MATERIAL :	TIERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 35.0	FECHA DE ENSAYO:	09/02/23
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-01	PROF. (m):	-
MUESTRA :	M-01	COORDENADAS:	-
		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO PROCTOR MODIFICADO ASTM: - MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.894 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 84.1 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.808	
		PORCENTAJE DEL CBR C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%): 0.1" 5.8 0.2" 9.5 C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%): 0.1" 6.2 0.2" 11.2	
Observaciones:			
Observaciones: <u>LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE</u>			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TÉCNICO DE LABORATORIO Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		ING. RESPONSABLE Gustavo Ramirez GERENTE ADMINISTRATIVO LABORATORIO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 01

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5)










LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erín Clavo Rinarachín
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos



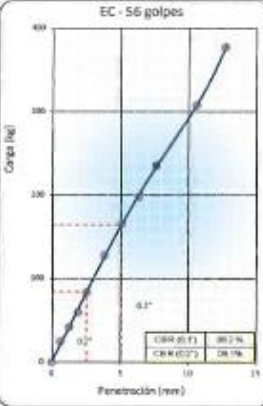
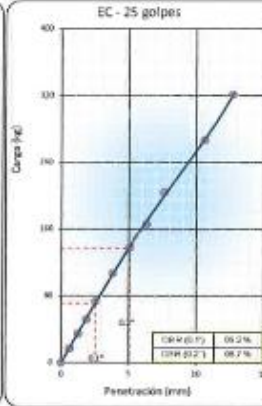
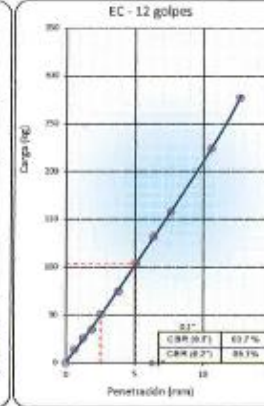
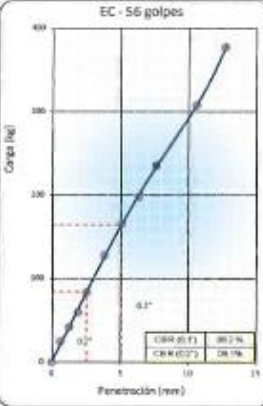
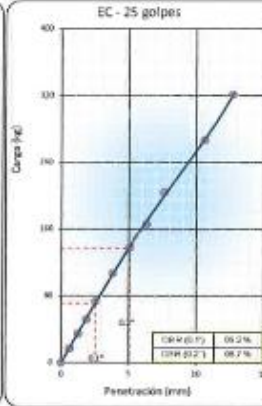
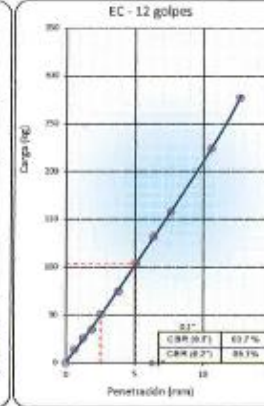
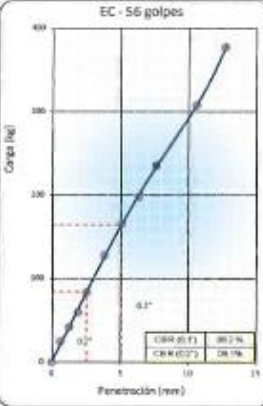
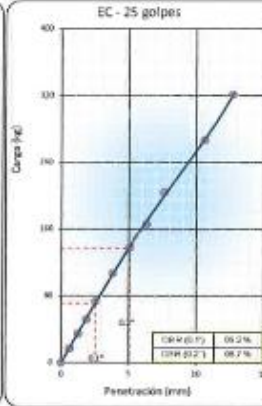
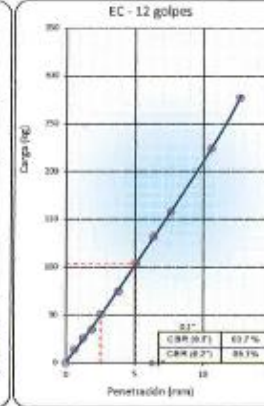




LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erín Clavo Rinarachín
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 80 - T 99				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	L.C.D	
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.M.R	
ESTRUCTURA	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	30/02/23	
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1% 27.8	FECHA DE ENSAYO:	05/02/23	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	C-01	PROF. (m):	-	
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118, AASHTO T 88)				
N° DE TARA		1-32	1-14	1-20
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	46.01	46.01	50.35	51.17
MASA TARA + SUELO SECO (g)	30.50	30.50	30.70	26.02
MASA DEL AGUA (g)	15.51	15.51	19.65	25.15
MASA DE LA TARA (g)	10.40	10.40	12.24	17.47
MASA DE L SUELO SECO (g)	20.10	20.10	21.46	21.55
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.29	54.29	56.38	
NÚMERO DE GOLPES	34	24	18	
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 99)				
N° DE TARA		1-05	1-07	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	16.26	16.40		
MASA TARA + SUELO SECO (g)	14.52	14.03		
MASA DE LA TARA (g)	6.27	6.62		
MASA DEL AGUA (g)	2.43	1.77		
MASA DEL SUELO SECO (g)	6.25	6.01		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.45	29.45		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA LÍMITE LÍQUIDO (%) 54.0 LÍMITE PLÁSTICO (%) 29.5 ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) 24.5			OBSERVACIONES 	
<small>Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.</small>				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TÉCNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clivio Rincón</i> LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Signature]</i> GERENTE GENERAL		

	INFORME		Código:	CAL-C.B.R-001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión:	01									
			Fecha:	-									
			Página:	3 de 4									
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 133, ASTM D 593, AASHTO T 992													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO:	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE QUINDIA												
SOLICITANTE:	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURGIA VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D.										
AMPLIACIÓN:	CALICATA DEL OMBITO	APROBADO POR:	G.S.R.										
ESTRUCTURA:	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	28/02/23										
MATERIAL:	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA N. 27.5	FECHA DE ENSAYO:	09/02/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA:	C-01	PROF. (m):	-										
MUESTRA:	M-01	COORDENADAS:	-										
COMPACTACIÓN													
Nº golpes por capa:	52	58	64										
Nº Capas:	3	3	3										
Nº golpes por capa:	56	52	52										
Condición de la muestra:	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO									
Masa de molde + suelo húmedo (g)	1249.3	1249.0	1249.9	1249.9									
Masa de molde + base (g)	801.0	801.9	790.1	789.1									
Masa del suelo húmedo (g)	448.3	447.1	459.8	460.8									
Volumen del molde (cm³)	212.1	210.1	212.4	210.9									
Densidad húmeda (g/cm³)	2.092	2.074	2.043	2.072									
Nº Tare:	7.02	7.02	7.03	7.03									
Masa suelo húmedo + tare (g)	441.0	440.9	452.8	453.8									
Masa suelo seco + tare (g)	326.0	323.4	346.8	323.7									
Masa de tare (g)													
Masa de agua (g)	115.0	117.5	106.0	130.1									
Masa de suelo seco (g)	326.0	323.4	346.8	323.7									
Contenido de humedad (%)	35.3	36.3	30.6	37.1									
Densidad seca (g/cm³)	1.740	1.734	1.547	1.630									
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	mm	%	mm	%				
05/02/23	11:00	0	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00				
05/02/23	11:00	24	250.00	2.500	1.71	312.00	2.120	1.91	2.050				
05/02/23	11:00	48	250.00	2.500	2.34	265.00	2.800	2.20	2.000				
05/02/23	11:00	72	245.00	2.450	2.50	335.00	3.080	2.01	2.300				
10/02/23	11:00	96	320.00	3.200	2.80	338.00	3.190	2.00	2.660				
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	SOLDE N° 33				SOLDE N° 35				SOLDE N° 14			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		DIN (kg)	kg	kg	%	DIN (kg)	kg	kg	%	DIN (kg)	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.010		25				27				14			
1.370		42				35				25			
1.900		60				55				35			
2.540	70.5	84	84.0	6.2		73	71.0	5.2		61	60.2	3.7	
3.810		120				107				75			
5.080	105.7	186	186.0	6.3		136	137.2	6.7		104	103.8	5.1	
6.350		190				190				132			
7.620		235				204				158			
10.600		300				298				224			
15.700		377				351				277			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rinarachin LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO							ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Alvarado LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO						

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001														
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01														
		Fecha	-														
		Página	4 de 4														
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)																	
NORMAS TÉCNICAS: NYC E 132, ASTM D 1583, ASHTO T 193																	
DATOS DE PROYECTO																	
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"																
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA																
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ																
EXPLORACION :	CALICATA CIELO AMBITO																
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE																
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5																
	REALIZADO POR: I.C.O.																
	APROBADO POR: G.R.R																
	FECHA DE MUESTREO: 28/02/23																
	FECHA DE ENSAYO: 08/02/23																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CALICATA :	C-01																
MUESTRA :	M-01																
	PROF. (m):		-														
	COORDINADAS:		-														
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROCTOR MODIFICADO ASTM</td> <td style="text-align: right;">1007</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">1.730</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: right;">17.9</td> </tr> <tr> <td>95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">1.642</td> </tr> </table>		PROCTOR MODIFICADO ASTM	1007	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.730	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.9	95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.642						
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1007																
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.730																
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.9																
95% DE LA MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.642																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">PORCENTAJE DEL CBR</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">0.7"</td> <td style="text-align: center;">8.5</td> <td style="text-align: center;">0.2"</td> <td style="text-align: center;">8.8</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">0.7"</td> <td style="text-align: center;">8.2</td> <td style="text-align: center;">0.2"</td> <td style="text-align: center;">8.8</td> </tr> </table>		PORCENTAJE DEL CBR				C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.7"	8.5	0.2"	8.8	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.7"	8.2	0.2"	8.8	Observaciones:	
PORCENTAJE DEL CBR																	
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.7"	8.5	0.2"	8.8													
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.7"	8.2	0.2"	8.8													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 56 golpes  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 25 golpes  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> EC - 12 golpes  </td> </tr> </table>				EC - 56 golpes 	EC - 25 golpes 	EC - 12 golpes 											
EC - 56 golpes 	EC - 25 golpes 	EC - 12 golpes 															
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.																	
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC																	
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE															
 Erín Clavo Rímarachán LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		 G. R. R. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Reg. C. 02° 261722															







GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 01

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 30.0)



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4216, AASHTO T 89 - T 98				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA		REALIZADO POR: I.C.D	
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		APROBADO POR: S.R.R	
EXPLORACIÓN	CALCATA CIELO ABIERTO		FECHA DE MUESTREO: 29/02/2023	
ESTRUCTURA	SUBRASANTE		FECHA DE ENSAYO: 09/02/2023	
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 20.0			
DATOS DE LA MUESTRA				
CALCATA	C-01		PROP. (R) :	
MUESTRA	M-01		COORDENADAS :	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA	T-14	T-15	T-16	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	44.23	45.91	52.17	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	38.50	38.90	38.70	
MASA DEL AGUA (g)	15.73	11.30	13.47	
MASA DE LA TARA (g)	17.24	15.98	13.02	
MASA DEL SUELO SECO (g)	21.26	21.62	24.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	50.47	52.27	54.36	
NÚMERO DE GOLPES	34	34	38	
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 98)				
N° DE TARA	T-31	T-32		
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	15.52	17.19		
MASA TARA + SUELO SECO (g)	14.82	14.89		
MASA DE LA TARA (g)	6.54	5.79		
MASA DEL AGUA (g)	1.80	2.98		
MASA DEL SUELO SECO (g)	5.18	6.84		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.13	28.96		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	52.1			
LÍMITE PLÁSTICO (%)	29.0			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	23.1			
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO  Erlin Clavo Rinarachin <small>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC</small>		ING. RESPONSABLE  R. Torres <small>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC</small>		

	INFORME	Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	2 de 4

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(MTC E 105 - 2018 / ASTM D 1557 - ABRITO T-98)

DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	*ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS*		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO MURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	L.C.D
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABRITO	APROBADO POR:	G.R.R
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	28/02/2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1/30.0	FECHA DE ENSAYO:	08/02/2023

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	C-01	PROF. (m):	-
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-




Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	3	3	3	3
Volúmenes de Píeln por Capa	39	39	39	39
Masa suelo húmedo + molde (g)	3274	3774	3657	3799
Masa molde + base (g)	3885	3895	3993	3993
Masa suelo húmedo compactado (g)	1791	1881	1664	1805
Volumen del molde (cm³)	943	943	943	943
Masa volumétrica húmeda (g/cm³)	1.899	1.995	1.764	1.913
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04
Masa del suelo húmedo + tara (g)	799.5	730.5	721.0	703.0
Masa del suelo seco + tara (g)	622.2	625.3	610.0	594.0
Masa de Tara (g)	77.9	96.7	102.0	110.1
Masa del suelo seco (g)	622.2	629.3	610.0	594.0
Contenido de agua (%)	12.9	14.4	16.6	18.4
Masa volumétrica seca (g/cm³)	1.829	1.743	1.788	1.886
Densidad máxima (g/cm³)				1.788
Humedad óptima (%)				16.4


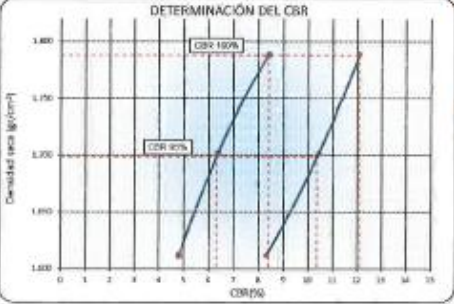
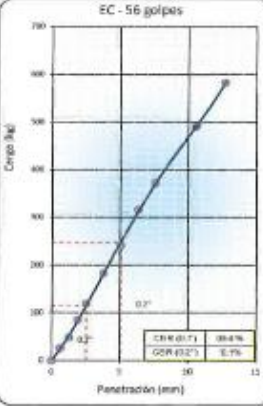
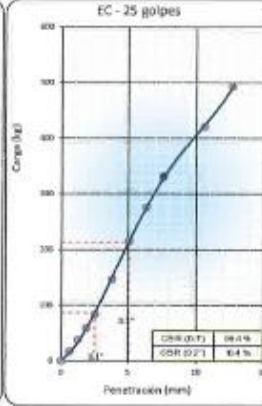
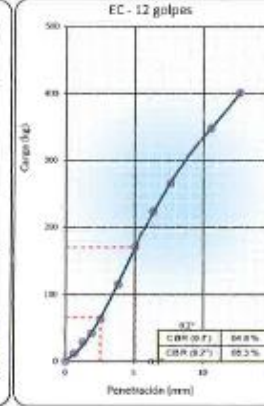


DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Moldes de Cielo de Píeln	45.7 cm	
Masa del Píeln	4.5 kg	
Volumen Molde	943	
N° Capas	3	
N° golpes/Capa	25	
CONDICION DE LA MUESTRA		
TAM2	RET. PARCIAL	PSDA (%)
2"		
4"		
6"		
10"		
15"		
20"		
30"		
45"		
60"		
75"		
100"		
DATOS		
METODICA		
Gravedad específica (g/cm³)		
Densidad aparente seca (g/cm³)	1.788	
Coeficiente de Humedad	16.4	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Chano Rinorachin</i> LABORANTISTA SENOS OROBOTO PAMALO	ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Firma]</i> CAYSHAN ALONSO RIVERA INGENIERO CIVIL REG. COPI 26000

	INFORME		Código	CAL.C.B.R-001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01									
			Fecha	-									
			Folio	3 de 4									
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1582, AASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JOHAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VASQUEZ		REALIZADO POR: I.C.D										
EXPLORACIÓN	CALIFORNIA ORLO ARRITO		AFRODADO POR: G.R.R										
INFRAESTRUCTURA	SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 29/02/2023										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5: 35:6		FECHA DE ENVÍO: 09/03/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALIFORNIA	C-01		PROF. (m):	-									
MUESTRA	M-01		COORDENADAS:	-									
COMPACTACIÓN													
Molde Nº	35		40		4								
Nº Capas	5		5		5								
Nº golpes por capa	25		25		25								
Condiciones de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO								
Masa de molde + suelo húmedo (g)	12144	12135	12139	12105	12517	12355							
Masa de molde + base (g)	4307	4167	7943	7863	4542	4542							
Masa de suelo húmedo (g)	4277	4418	4196	4246	3975	4053							
Volumen del molde (cm³)	2195	2046	2116	2116	2110	2110							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.086	2.196	1.985	2.005	1.884	1.921							
Nº Tare	T-01		T-04		T-05								
Masa molde húmedo + tara (g)	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0	546.0							
Masa molde seco + tara (g)	585.0	585.3	548.3	548.0	548.0	577.8							
Masa de tara (g)	-		-		-								
Masa de agua (g)	97.9	104.9	97.9	100.0	98.0	112.1							
Masa de suelo seco (g)	588.0	588.2	548.3	546.0	450.0	477.8							
Coeficiente de humedad (%)	16.6	17.8	16.7	16.5	16.8	16.4							
Densidad seca (g/cm³)	1.759	1.796	1.701	1.693	1.612	1.639							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
06/03/23	13:00	0	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
06/03/23	12:00	24	195.00	1.80	1.30	201.00	3.01	1.33	212.00	2.10	1.80		
06/03/23	17:00	48	221.00	2.21	1.90	253.00	2.30	2.14	275.00	2.75	2.37		
06/03/23	12:00	72	238.00	2.38	2.10	281.00	3.00	2.47	298.00	2.98	2.58		
06/03/23	17:00	96	245.00	2.45	2.50	323.00	3.23	2.70	338.00	3.38	2.90		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE Nº 35				MOLDE Nº 40				MOLDE Nº 4			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		mm	kg	kg	%	mm	kg	kg	%	mm	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.005		36				17				12			
1.270		45				30				23			
1.875		83				50				43			
2.540	70.5	119	115.0	8.4		64	60.7	0.4		63	59.5	4.8	
3.610		180				140				115			
5.000	105.7	241	247.4	12.1		210	210.0	10.4		171	166.3	6.3	
6.350		316				276				224			
7.420		372				332				266			
10.000		491				421				345			
12.710		582				493				401			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO						ING. RESPONSABLE							
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Kimarachi LABORADOR DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO						 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Gerardo Alvarado INGENIERO DE PROFESION INGENIERIA CIVIL							

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Páginas	4 de 4
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1585, AASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO : "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-RASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : PROVINCIA DE CHOTA SOLICITANTE : JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURCA VASQUEZ EXPLORACIÓN : CALICATA CIELO ABIERTO ESTRUCTURA : SUBRASANTE MATERIAL : TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5 30.0			
		REALIZADO POR: L.C.D	
		APROBADO POR: G.R.R	
		FECHA DE MUESTREO: 2/6/2023	
		FECHA DE ENSAYO: 6/6/2023	
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA : C-01		PROF. (m): -	
MUESTRA : M-01		COORDENADAS: -	
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
		PROCTOR MODIFICADO ASTM : 1357	
		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.788	
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.4	
		95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.699	
		PORCENTAJE DEL CBR	
		C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%): 0.1" 0.3 0.2" 10.4	
		C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%): 0.1" 0.4 0.2" 12.1	
Observaciones:			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>EC - 56 golpes</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>EC - 25 golpes</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>EC - 12 golpes</p> </div> </div>			
Observaciones : <u>LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.</u>			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TÉCNICO DE LABORATORIO  Erlin Chayo Kimarachin <small>Ingeniero en Geotecnia y Construcción</small>		ING. RESPONSABLE  Geremias Alvarado <small>Ingeniero en Geotecnia y Construcción</small>	







GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"




CALICATA 01





(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32.5)



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 119 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VADQUEZ		REALIZADO POR: I.C.B
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R
ESTRUCTURA	SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 28/02/22
MATERIAS	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 22.5		FECHA DE ENSAYO: 04/03/22
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	C-01		PROF. (m): -
MUESTRA	M-01		COORDENADAS: -
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 119, AASHTO T 89)			
N° DE TARA	1-21	1-33	1-10
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	48.30	45.34	50.45
MASA TARA + SUELO SECO (g)	38.95	38.75	39.89
MASA DEL AGUA (g)	19.35	12.59	11.80
MASA DE LA TARA (g)	17.77	17.74	16.23
MASA DEL SUELO SECO (g)	20.88	21.01	22.46
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.51	53.40	52.54
NÚMERO DE GOLPES	24	24	16
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)			
N° DE TARA	1-18	1-19	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	15.69	15.71	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	14.13	14.15	
MASA DE LA TARA (g)	8.05	8.04	
MASA DEL AGUA (g)	1.58	1.58	
MASA DEL SUELO SECO (g)	5.48	5.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.47	28.31	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	50.2		
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.4		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	21.8		
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONSULTA CON EL SOLICITANTE.			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE	
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Ramirachin INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Ramirez INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES	

		INFORME		Código	CAL-C.B.R-001								
		LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01								
				Fecha	-								
				Página	3 de 4								
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC N° 132, ASTM D 1555, ASTM T 193													
DATOS DEL PROYECTO													
PROYECTO	AGRICIÓN DE POLVO DE PEDRA CALIZA EN LA SUBGRANULOS DE MUELAS ANCLADOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OROTA		REALIZADO POR: I.C.D										
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO HUNGA VARGAS		APROBADO POR: G.B.R										
ESPECIFICACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO		FECHA DE MUESTRO: 30/03/23										
ESTRUCTURA	SUBGRANULOS		FECHA DE ENSAYO: 04/03/23										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + AGRICIÓN DE POLVO DE PEDRA CALIZA % 32.8												
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	0-01		PROF. (m)		-								
MUESTRA	M-01		COORDENADAS										
COMPACTACIÓN													
Molde N°	25		40		6								
N° Capas	5		5		5								
N° golpes por capa	56		32		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + suelo húmedo (g)	12137	12104	12242	12074	11233	11388							
Masa de molde + arena (g)	7006	7230	7540	7540	7576	7576							
Masa de suelo húmedo (g)	4531	4238	4659	4131	3758	3788							
Volumen del molde (m³)	2113	2113	2114	2114	2151	2151							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.098	2.004	2.188	1.954	1.748	1.761							
N° Tapa	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06							
Masa suelo húmedo + tapa (g)	690.6	660.0	660.3	640.0	729.8	693.6							
Masa suelo seco + tapa (g)	678.8	585.2	545.4	540.0	612.9	577.9							
Masa de tapa (g)	98	98	98	98	98	98							
Masa de agua (g)	100.0	104.6	98.0	100.0	107.1	112.1							
Masa de suelo seco (g)	578.8	585.2	545.4	540.0	612.9	577.9							
Contenido de humedad (%)	17.3	17.8	17.8	18.3	17.3	19.4							
Densidad seca (g/cm³)	1.728	1.725	1.851	1.848	1.498	1.475							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
04/03/23	13:20	0	0.00	0.008	0.03	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00		
30/04/23	13:39	24	195.00	1.088	1.87	208.00	2.080	1.78	215.00	2.180	1.85		
04/03/23	13:39	48	238.00	2.256	1.93	238.00	2.360	2.01	254.00	2.540	2.13		
04/03/23	13:39	72	248.00	2.480	2.12	269.00	2.690	2.24	286.00	2.860	2.47		
10/07/2021	13:20	96	291.00	2.862	2.44	328.00	3.220	2.59	328.00	3.280	2.81		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 25				MOLDE N° 40				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Def (mm)	kg	kg	%	Def (mm)	kg	kg	%	Def (mm)	kg	kg	%
0.001		0				0				0			
0.005		23				16				13			
0.010		43				30				28			
0.030		82				62				45			
0.060	30.5	87	87.5	6.4	75	72.4	5.3			56	55.0	4.0	
0.090		104				100				82			
0.150	105.7	141	127.4	6.7	148	148.7	3.1			110	110.4	5.4	
0.200		210				176				127			
0.300		348				269				158			
0.600		576				474				271			
0.900		708				598				351			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TÉCNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Kinarachán			ING. RESPONSABLE  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC G. GUTIERREZ										

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 193, ASTM D 1983, AASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO : "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-GRANDES DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : PROVINCIA DE CHOTA SOLICITANTE : JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ EXPLORACION : CALICATA CIELO ABIERTO ESTRUCTURA : SUBGRANDE MATERIAL : TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32.5			
		REALIZADO POR: I.C.O	
		APROBADO POR: G.R.R	
		FECHA DE MUESTREO: 2008/02/23	
		FECHA DE ENSAYO: 08/03/03	
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA : C-01		PROF. (m): -	
MUESTRA : M-01		COORDENADAS: -	
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
		PROCTOR MODIFICADO ASTM : 1057 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.736 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.4 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³): 1.649	
		PORCENTAJE DEL CBR	
		C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 0.1" 5.3 3.2" 7.1 C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 0.1" 6.4 3.2" 8.6	
Observaciones:			
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE	
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rímarachia Ingeniero Civil en Geotecnia		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Cristian... Ingeniero Civil en Geotecnia	



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 02

(TERRENO NATURAL)



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	-	
		Página	2 de 6	
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 110 - NTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D	
EXPLORACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R	
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	18/12/2021	
MATERIAL	TERRENO NATURAL	FECHA DE ENSAYO:	28/2/2022	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	C-02	PROF. (m):	0.00 - 1.30	
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-	
LÍMITE LÍQUIDO (NTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		1-28	1-30	1-27
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	50	44.30	49.49	47.80
MASA TARA + SUELO SECO (g)	50	35.80	37.11	37.80
MASA DEL AGUA (g)	50	8.47	8.38	10.04
MASA DE LA TARA (g)	50	15.04	15.17	15.52
MASA DEL SUELO SECO (g)	50	20.94	21.94	22.34
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		40.64	42.75	44.94
NÚMERO DE GOLPES		34	25	17
LÍMITE PLÁSTICO (NTC E 111, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		1-22	1-04	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	50	17.40	17.30	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	50	15.20	15.04	
MASA DE LA TARA (g)	50	6.87	6.01	
MASA DEL AGUA (g)	50	2.30	2.21	
MASA DEL SUELO SECO (g)	50	6.53	6.03	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		25.79	25.58	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	42.6			
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.7			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.9			
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE			
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Evelyn Clavo Kimarochin LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Geovanny Rivas LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			

	INFORME		Código	CAL-H.N-001																																													
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01																																													
			Fecha	-																																													
			Página	3 de 6																																													
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL																																																	
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 106, ASTM D 2216																																																	
DATOS DE PROYECTO																																																	
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-RESANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"																																																
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OROTA		REALIZADO POR:	I.C.D																																													
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		APROBADO POR:	O.R.R																																													
EXPLORACIÓN	CALICATA DELO ABIERTO		FECHA DE MUESTREO:	19/03/23																																													
ESTRUCTURA	SUBRESANTE		FECHA DE ENSAYO:	25/03/23																																													
MATERIAL	TIERRENO NATURAL																																																
DATOS DE LA MUESTRA																																																	
CALICATA	C-02		PROF. (m):	0.00 - 1.00																																													
MUESTRA	M-01		COORDENADAS:	-																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ENSAJO Nº</th> <th style="width: 10%;">I</th> <th style="width: 10%;">II</th> <th style="width: 10%;">III</th> <th style="width: 10%;">IV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº DE TARA</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1.00</td> </tr> <tr> <td>MASA TARA + SUELO HÓMEDO</td> <td style="text-align: center;">(g)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1808.8</td> </tr> <tr> <td>MASA TARA + SUELO SECO</td> <td style="text-align: center;">(g)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1522.8</td> </tr> <tr> <td>MASA DE LA TARA</td> <td style="text-align: center;">(g)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>MASA DEL AGUA</td> <td style="text-align: center;">(g)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">276.0</td> </tr> <tr> <td>MASA DEL SUELO SECO</td> <td style="text-align: center;">(g)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1522.8</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td style="text-align: center;">(%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">18.27</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD NATURAL</td> <td style="text-align: center;">(%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">18.3</td> </tr> </tbody> </table>					ENSAJO Nº	I	II	III	IV	Nº DE TARA	1.00				MASA TARA + SUELO HÓMEDO	(g)	1808.8			MASA TARA + SUELO SECO	(g)	1522.8			MASA DE LA TARA	(g)				MASA DEL AGUA	(g)	276.0			MASA DEL SUELO SECO	(g)	1522.8			CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.27			HUMEDAD NATURAL	(%)	18.3		
ENSAJO Nº	I	II	III	IV																																													
Nº DE TARA	1.00																																																
MASA TARA + SUELO HÓMEDO	(g)	1808.8																																															
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	1522.8																																															
MASA DE LA TARA	(g)																																																
MASA DEL AGUA	(g)	276.0																																															
MASA DEL SUELO SECO	(g)	1522.8																																															
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.27																																															
HUMEDAD NATURAL	(%)	18.3																																															

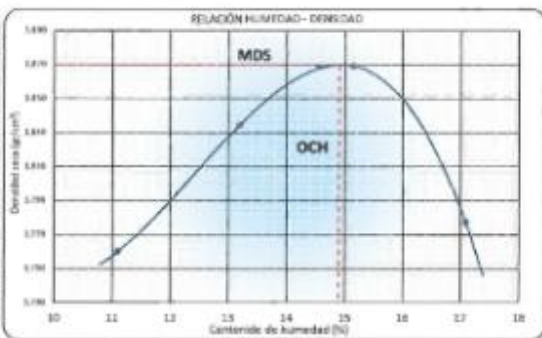
Observaciones: LA MUESTRA FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 <p>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimorachin</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>	 <p>LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Firma]</i> Gerente Administrativo INGENIERO CIVIL R.C. 123456</p>

	INFORME		Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	4 de 8
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 110 - 2018 / ASTM D 1587 - ABRITO 7.180)				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-RASANTES DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS"		
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE OYOTA	REALIZADO POR:	L.C.B.
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VARGAS	APROBADO POR:	G.R.R.
EXPLICACION	:	CALICATA CIELO ABERTO	FECHA DE MUESTREO:	18/09/2023
ESTRUCTURA	:	SUBRASANTE	FECHA DE ENSAYO:	20/09/2023
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL		
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	:	C-02	PROF. (m):	0.30 - 1.50
MUESTRA	:	96-01	COORDENADAS:	-




Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Graves de Plato por Capa	25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	1089	974	974	974
Masa molde + base	272	272	272	272
Masa suelo húmedo compactado	817	702	702	702
Volumen del molde (cm³)	952	952	952	952
Masa volumétrica húmeda (g/cm³)	1.355	1.077	1.157	1.098
W_{max} N°	1.64	1.62	1.62	1.64
Masa del suelo húmedo + tara	740.0	710.0	730.0	750.0
Masa del suelo seco + tara	686.1	627.2	634.0	650.6
Masa de Tara				
Masa de agua	73.9	82.8	96.0	99.4
Masa del suelo seco	606.1	627.2	634.0	650.6
Contenido de agua (%)	11.1	13.2	16.1	17.1
Masa volumétrica seco (g/cm³)	1.760	1.626	1.669	1.777
Densidad máxima (g/cm³)				1.870
Humedad óptima (%)				16.3


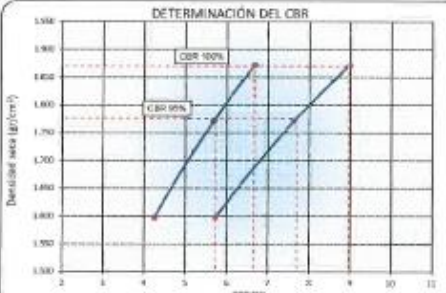
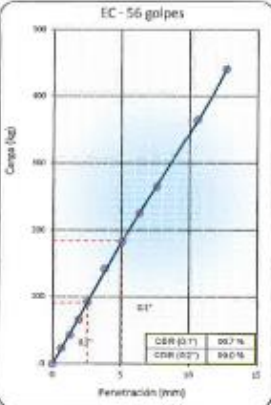
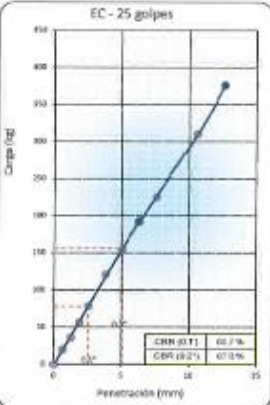
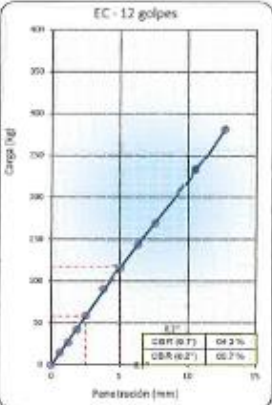


DATOS DE ARRIBRO DEL ENSAYO		
Masa de Carga de Placa		45.7 cm
Masa del Placa		4.5 kg
Unidad de Masa		952
N° capas		5
N° golpes/Capas		25
DIRECCIÓN DE LA MUESTRA		
TAMAZ	RET. PARCIAL	PIEZA (%)
1"		
2"		
3"		
3.5"		
4"		
4.5"		
5"		
DATOS		
MÉTODO A		
Densidad Específica (g/cm³)		
Máxima densidad seca (g/cm³)		1.870
Coeficiente Uniforme de Humedad		16.3



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimorochin</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Germin Antonio...</i> INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL REG. C.O.T. N° 12345

	INFORME		Código	CAL-C.B.R-001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01									
			Fecha	-									
			Página	5 de 6									
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 102, ASTM D 1585, ASTM T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"MEJORA DE PAVIMENTO DE PIEDRA CULISA EN LA SUBESTACION DE SUELOS ARELLEROS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BUNDA VARGAS		REALIZADO POR: L.O.D										
EXPLICACIÓN	CALCATA CIELO ABERTO		APROBADO POR: G.J.R										
ESTRUCTURA	SUBRANANTE		FECHA DE MUESTREO: 14/02/23										
MATERIAL	TIERRA NATURAL		FECHA DE ENSAYO: 24/02/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALCATA	C-02		PROF. (m)	0.30 - 1.50									
MUESTRA	M-01		COORDENADAS:	-									
COMPACTACIÓN													
Nº de capas	3		3										
Nº golpes por capa	25		25										
Características de la muestra													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + suelo húmedo (g)	1500	1507	1216	1224	1190	1198							
Masa de molde + tara (g)	543	543	283	283	279	279							
Masa del suelo húmedo (g)	957	964	933	941	911	919							
Volumen del molde (cm³)	2128	2128	2112	2112	2106	2106							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.195	2.187	2.057	2.074	1.943	1.874							
Nº Tara	1.41	1.02	1.43	1.04	1.45	1.06							
Masa suelo húmedo + tara (g)	610.0	609.8	610.0	610.0	595.0	599.8							
Masa suelo seco + tara (g)	591.5	592.7	590.5	590.8	587.0	592.8							
Masa de tara (g)	50	50	50	50	50	50							
Masa de agua (g)	118.5	117.1	119.5	119.2	108.0	107.0							
Masa de suelo seco (g)	563.0	562.7	531.0	540.6	537.0	545.8							
Contenido de humedad (%)	21.1	20.8	22.5	22.1	20.1	19.6							
Densidad seca (g/cm³)	1.872	1.882	1.771	1.768	1.588	1.591							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN						
			DNL	mm	%	DNL	mm	%					
3/02/2023	10:30	0	0.70	0.032	0.46	0.00	0.000	0.00					
3/02/2023	10:30	24	0.80	0.040	0.75	0.00	0.000	0.00					
4/02/2023	10:30	48	0.80	0.040	0.50	0.00	0.000	0.00					
3/02/2023	10:30	72	0.80	0.040	0.84	0.00	0.000	0.00					
4/02/2023	10:30	96	0.80	0.040	0.85	0.00	0.000	0.00					
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	VOLDE Nº 26				VOLDE Nº 25				VOLDE Nº 17			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dnl (mm)	kg	kg	%	Dnl (mm)	kg	kg	%	Dnl (mm)	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.035		23				20				15			
1.210		45				36				27			
1.800		50				30				42			
2.540	19.6	50	91.0	0.7		30	37.4	1.7		55	34.0	4.5	
3.310		142				121				87			
5.080	69.7	167	163.8	0.3		155	156.2	1.6		115	117.1	0.7	
6.350		225				195				140			
7.620		281				237				160			
10.000		365				310				234			
12.700		441				375				281			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO							ING. RESPONSABLE						
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Chazo Rinorachin</i> LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO							 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Firma]</i> INGENIERO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO						

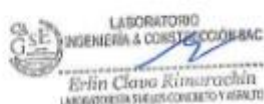
	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01										
		Fecha	-										
		Página	6 de 6										
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: RTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO : "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : PROVINCIA DE CHOTA SOLICITANTE : JORDIAN CHRISTOPHER ALFREDO BURSA VÁSQUEZ EXPLORACION : CALICATA CELO ABIERTO ESTRUCTURA : SUBBASANTE MATERIAL : TERRENO NATURAL													
		REALIZADO POR: L.C.D. APROBADO POR: G.R.R. FECHA DE MUESTREO: 10/02/2023 FECHA DE ENSAYO: 20/02/2023											
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA : C-02		PROF. (m): 0.80 - 1.00											
MUESTRA : M-01		COORDENADAS : -											
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO											
		PROCTOR MODIFICADO ASTM : 1507 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.870 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.9 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.777											
		PORCENTAJE DEL CBR											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>0.7</td> <td>0.2"</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>6.7</td> <td>0.2"</td> <td>9.9</td> </tr> </table>		C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.7	0.2"	7.7	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.7	0.2"	9.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.7	0.2"	7.7									
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.7	0.2"	9.9									
Observaciones:													
EC - 56 golpes													
													
EC - 25 golpes													
													
EC - 12 golpes													
													
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE											
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rímarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC General Manager											



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 02

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5)



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°60				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4218, AASHTO T 89 - T 98				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA		
ESOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	L.C.D.
EXPLORACIÓN	:	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R.
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	28/03/23
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 72.5	FECHA DE ENSAYO:	3/02/2023
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	:	C-02	PROF. (m):	-
MUESTRA	:	M-02	COORDENADAS:	-
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		1-36	1-24	1-21
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		49.26	48.39	48.74
MASA TARA + SUELO SECO (g)		36.81	35.10	35.70
MASA DEL AGUA (g)		9.45	9.04	9.04
MASA DE LA TARA (g)		17.36	17.24	17.77
MASA DEL SUELO SECO (g)		21.76	21.41	21.89
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		43.43	42.22	41.22
NÚMERO DE GOLPES		36	25	36
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 98)				
N° DE TARA		1-20	1-18	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		17.51	17.34	
MASA TARA + SUELO SECO (g)		15.59	15.08	
MASA DE LA TARA (g)		8.36	8.57	
MASA DEL SUELO SECO (g)		1.20	2.25	
MASA DEL SUELO HÚMEDO (g)		7.94	8.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		26.52	28.41	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA LÍMITE LÍQUIDO (%) 42.2 LÍMITE PLÁSTICO (%) 26.5 ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) 15.7			OBSERVACIONES 	
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erwin Clavo Rimaruchin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ARRILLOS			ING. RESPONSABLE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Ing. Responsable	

	INFORME	Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	2 de 4

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA
(MTC E 115 - 2018 / ASTM D 1557 - ANEXO T-100)

DATOS DE PROYECTO

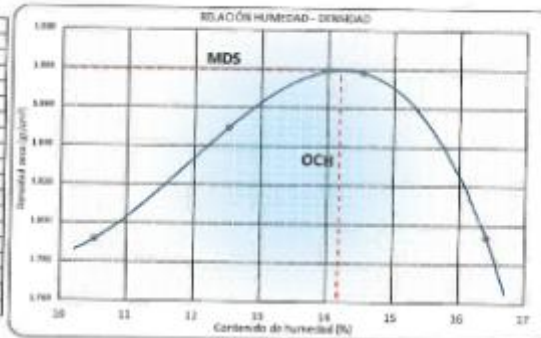
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-RASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTÓBAL ALFREDO BURGA VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D
EXPLORACIÓN :	CALCATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	29/02/22
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.8	FECHA DE ENSAYO:	30/02/22

DATOS DE LA MUESTRA

CALCATA :	C-62	PROF. (cm) :	
MUESTRA :	N-62	COORDENADAS :	

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	4	4	4	4
Grapas de Plástico por Capa	28	28	28	28
Masa de suelo húmedo + moldes (g)	5812	5766	5775	5715
Masa molde + base (g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado (g)	1885	1881	2048	2088
Volumen del molde (cm³)	852	852	852	852
Masa volumétrica húmeda (g/cm³)	2.212	2.207	2.403	2.450
Fuente N°	Y-61	Y-62	Y-63	Y-64
Masa del suelo húmedo + base (g)	600.0	600.0	600.0	600.0
Masa del suelo seco + base (g)	542.9	558.9	488.5	500.8
Masa de agua (g)	57.1	51.1	111.5	99.2
Masa del suelo seco (g)	542.9	507.8	488.5	500.8
Contenido de agua (%)	10.5	10.1	22.8	19.8
Masa volumétrica seca (g/cm³)	2.762	2.849	2.870	2.794
Densidad máxima (g/cm³)	2.886			
Humedad óptima (%)	14.2			


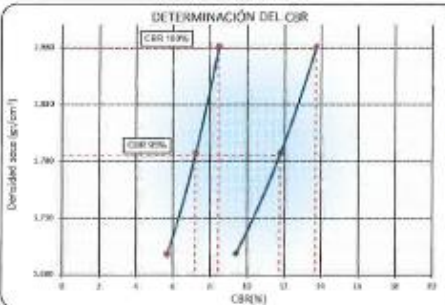
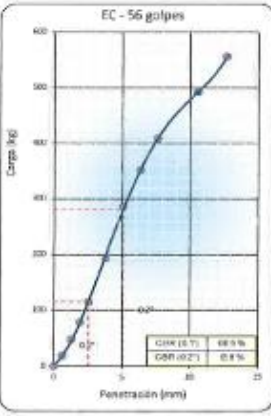
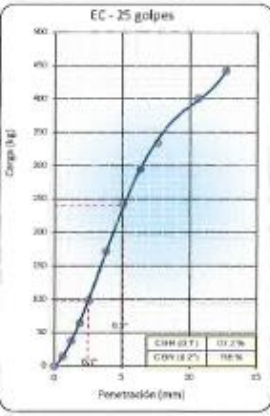
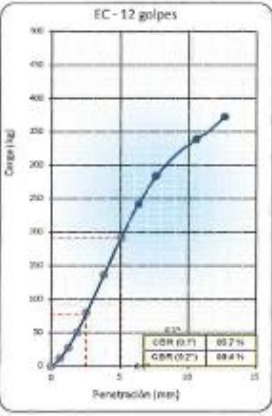


DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de Codo de Plástico	45.7 cm
Masa del Plástico	4.5 kg
Constante Molde	950
N° capas	5
N° golpes/Capas	25
GRADACIÓN DE LA MUESTRA	
TAMIZ	RET. PARCIAL PASA (%)
#1	
#2	
#4	
#10	
#20	
#40	
#60	
#100	
#200	
DATOS	
MÉTODO A	
Gravedad Específica (gravedad)	
Módulo de elasticidad (gravedad)	1.886
Círculo de fluencia de humedad	14.2



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Irilia Clavo Rímorachín</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Gerardo Rímorachín</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

	INFORME		Código	CAL.C.B.R.001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		versión	01										
			Fecha	-										
			Página	3 de 4										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)														
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 130, ASTM D 1586 Y 1587														
DATOS DE PROYECTO														
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBBASTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"													
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OROTA		REALIZADO POR: LCD											
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURCA VASQUEZ		APROBADO POR: G. H. H.											
ESPECIFICACION	CALZADA C/ELI ARROYO		FECHA DE MUESTREO: 05/03/23											
ESTRUCTURA	SUBBASTANTE		FECHA DE ENSAYO: 06/03/23											
MATERIAL	TERREÑO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5													
DATOS DE LA MUESTRA														
CALZADA	C-02	PROF. (m)	-											
MUESTRA	N-02	COORDENADAS	-											
COMPACTACIÓN														
Módulo N°	06	07	08											
N° Capas	5	5	5											
N° golpes por capa	56	25	12											
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO										
Masa de suelo + suelo húmedo (g)	1275	1387	1253	1211										
Masa de suelo + base (g)	825	825	703	700										
Masa del suelo húmedo (g)	450	450	433	431										
Volumen del molde (cm³)	2125	2125	2114	2100										
Densidad húmeda (g/cm³)	2.186	2.126	2.045	2.027										
N° Test	1-01	1-02	1-03	1-04										
Masa suelo húmedo + base (g)	880.0	826.0	693.0	690.0										
Masa suelo seco + base (g)	510.3	457.2	483.0	475.4										
Masa de base (g)	0.0	0.0	0.0	0.0										
Masa de agua (g)	37.7	73.5	39.2	34.6										
Masa de suelo seco (g)	510.3	457.2	483.0	475.4										
Contenido de humedad (%)	7.4	16.1	8.1	7.3										
Densidad seca (g/cm³)	1.557	1.350	1.385	1.364										
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
30/03/23	10:22	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4/03/23	10:22	24	55.00	0.550	0.47	49.00	0.490	0.59	59.00	0.590	0.59	59.00	0.590	0.59
5/03/23	10:22	48	69.00	0.690	0.59	81.00	0.810	0.59	99.00	0.990	0.85	111.00	1.110	0.85
6/03/23	10:22	72	84.00	0.840	0.72	94.00	0.940	0.80	111.00	1.110	0.85	111.00	1.110	0.85
7/03/23	10:22	96	100.00	1.000	0.84	105.00	1.050	0.90	115.00	1.150	0.90	115.00	1.150	0.90
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kN/m²)	MÓDULO N° 06				MÓDULO N° 07				MÓDULO N° 08				
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
		cm	kg	kg	%	cm	kg	kg	%	cm	kg	kg	%	
0.200		0				0				0				
0.400		16				15				15				
1.270		40				38				38				
1.800		70				67				67				
2.840	70.5	115	115.7	0.5		98	98.5	7.2		80	77.8	5.7		
3.810		194				172				137				
5.880	105.7	289	289.6	13.9		243	243.8	11.8		192	192.2	9.8		
8.250		352				295				241				
10.620		409				334				283				
10.600		492				401				330				
12.700		538				442				372				
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.														
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC														
TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Kevin Clavo Jimaruechia LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO							ING. RESPONSABLE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC G. H. H.							

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1553, AASHTO Y 133			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	J.C.D
EXPLORACION :	CALCATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	29/02/2023
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5	FECHA DE ENSAYO:	30/02/2023
DATOS DE LA MUESTRA			
CALCATA :	C-02	PROP. por :	-
MUESTRA :	M-02	COORDENADAS :	-
		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO PROCTOR MODIFICADO ASTM : 155.7 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.850 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.2 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.750	
		PORCENTAJE DEL CBR C.B.R. AL 5% DE M.D.S. (%): 3.1* 7.2 0.2* 11.7 C.B.R. AL 10% DE M.D.S. (%): 3.1* 8.5 0.2* 13.7	
		Observaciones:	
			
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC			
TECNICO DE LABORATORIO  Erin Clavo Rimarachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		ING. RESPONSABLE  Gustavo INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	







GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 02

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 25.0)

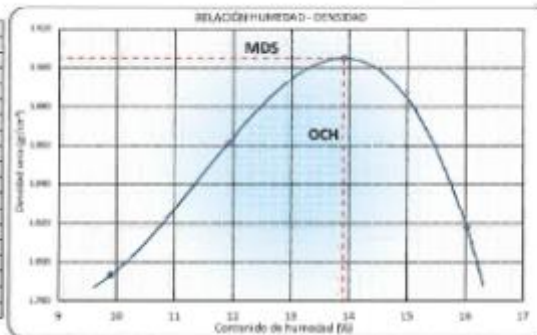


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 99 - T 90				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS AROLLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE :	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BUNGA VASQUEZ	REALIZADO POR: I.C.D		
EXPLORACION :	CALICATA CIELO ASBITO	APROBADO POR: G.R.R		
ESTRUCTURA :	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO: 20/03/23		
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5:25	FECHA DE ENSAYO: 30/03/23		
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA :	C-02	PROF. (m):		-
MUESTRA :	M-03	COORDENADAS:		-
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 99)				
N° DE TARA		T-40	T-47	T-44
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	(8)	47.26	30.12	30.56
MASA TARA + SUELO SECO (g)	(9)	38.49	41.06	42.61
MASA DEL AGUA (g)	(6)	8.89	8.36	8.34
MASA DE LA TARA (g)	(2)	17.73	21.81	21.66
MASA DEL SUELO SECO (g)	(3)	20.73	20.08	20.75
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(4)	42.48	41.25	40.16
NÚMERO DE GOLPES		15	24	34
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° DE TARA		T-40	T-40	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)	(8)	17.34	17.62	
MASA TARA + SUELO SECO (g)	(9)	14.84	15.37	
MASA DE LA TARA (g)	(2)	5.88	6.55	
MASA DEL AGUA (g)	(6)	2.40	2.25	
MASA DEL SUELO SECO (g)	(3)	8.18	8.63	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(4)	29.23	25.93	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	41.1			
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.9			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.2			
<i>Observación:</i> LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erín Cirso Rímarachín LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO				




	INFORME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	2 de 4	
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 118 - 2016 / ASTM D 1557 - ABRITO 1-199)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUS-PASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGIA VASQUEZ	REALIZADO POR: I.C.D		
EXPLORACIÓN	:	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR: G.R.R		
REESTRUCTURA	:	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO: 3/05/2023		
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1% 25	FECHA DE ENSAYO: 3/05/2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-02	PROF. (m): -		
MUESTRA	:	M-43	COORDENADAS: -		
Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Graves de Piedra por Capa		25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	(g)	3653	3772	3733	3726
Masa molde + tara	(g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	(g)	3876	3883	3866	3898
Volumen del molde	(cm ³)	952	952	952	952
Masa volumétrica + humedad	(g/cm ³)	4.071	4.083	4.071	4.093
Tara N°		1-01	1-02	1-03	1-04
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	800.0	870.0	810.0	550.0
Masa del suelo seco + tara	(g)	545.9	589.3	526.5	474.6
Masa de Tara	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Masa de agua	(g)	254.1	280.7	283.5	75.0
Masa del suelo seco	(g)	545.9	589.3	526.5	474.6
Contenido de agua (%)		46.5	47.6	53.8	15.8
Masa volumétrica seco	(g/cm ³)	5.732	6.188	5.532	4.988
		Densidad máxima (g/cm ³)		1.599	
		Humedad óptima (%)		13.9	




DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Altura de Capa de Pasa	45.7 cm	
Masa del Pasa	4.5 kg	
Volumen Molde	952	
N° capas	5	
N° golpes/capas	25	
ORDENACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
5"		
2"		
3/4"		
3/8"		
20 #		
75 #		
DATOS		
MÉTODO A		
Gravedad Específica (g/cm ³)		
Mostró densidad seca (g/cm ³)	1.303	
Óptimo Densidad de Humedad	13.9	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC En la Calle Rimacoma LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	 SECRETARÍA GENERAL Carolina Alvarado INGENIERA DE SISTEMAS

 INFORME		Código	CAL-C.B.R-001										
		Version	01										
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Fecha	-										
		Página	3 de 4										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1585, ARIHTO Y 185													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRAFINA DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OYOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURDA VAQUERO												
EXPLORACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO												
ESTRUCTURA	SUBRASANTE												
EXTERNAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 25												
	REALIZADO POR:	I.G.D											
	APROBADO POR:	G.R.R											
	FECHA DE MUESTREO:	20/09/23											
	FECHA DE ENSAYO:	20/09/23											
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-02												
MUESTRA	M-03												
	PROF. (m)	-											
	COORDENADAS:	-											
COMPACTACIÓN													
Módulo P	54		46		33								
	S		B		C								
Nº golpes por capa	50		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + Suelo Agrega	10499	10410	10124	10072	12883	12137							
Masa de molde + tara	1606	1606	1640	1644	1601	1601							
Masa del suelo húmedo	4893	4807	4878	4828	4182	4036							
Volumen del molde (cm³)	2142	2126	2126	2126	2126	2126							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.171	2.183	2.290	2.269	1.966	1.895							
Nº Tara	1.41	1.02	1.01	1.24	1.43	1.06							
Masa suelo seco + tara	710.0	680.0	580.0	600.0	660.0	610.0							
Masa suelo seco + tara	603.3	582.8	509.2	506.8	571.3	514.9							
Masa de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Masa de agua	88.7	97.2	70.8	88.1	78.8	89.5							
Masa de suelo seco	603.3	592.6	539.2	518.9	571.3	524.9							
Contenido de humedad (%)	13.9	14.7	13.8	16.4	15.8	16.3							
Densidad seca (g/cm³)	1.939	1.909	1.899	1.894	1.721	1.714							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DM	EXPANSIÓN		DM	EXPANSIÓN		DM	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
19/09/23	16:22	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
19/09/23	16:22	24	41.00	0.41	0.16	46.00	0.46	0.42	50.00	0.50	0.43		
19/09/23	16:22	48	59.00	0.59	0.12	64.00	0.64	0.58	67.00	0.67	0.17		
19/09/23	16:22	72	63.00	0.63	0.14	67.00	0.67	0.17	70.00	0.70	0.10		
19/09/23	16:22	96	63.50	0.63	0.08	66.50	0.66	0.18	73.00	0.73	0.10		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE Nº 44											
		CARGA			CORRECCIÓN			CARGA			CORRECCIÓN		
		Def (Mm)	kg	%	Def (Mm)	kg	%	Def (Mm)	kg	%	Def (Mm)	kg	%
0.000		0			0			0			0		
0.020		17			15			12			10		
1.010		46			42			30			26		
1.020		87			70			52			40		
2.040	70.5	136	100.7	10.0	104	104.2	7.8	81	81.0	8.0			
3.810		241			188			147					
6.080	161.7	333	330.3	96.3	284	283.5	13.5	268	268.5	16.2			
8.350		396			311			261					
7.030		447			364			300					
16.620		590			445			365					
12.700		697			520			410					
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO  Erin Clavo Rimacochin LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		ING. RESPONSABLE  GSE Ingenieria y Construcción SAC											

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001																								
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01																								
		Fecha	-																								
		Página	4 de 4																								
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)																											
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, ASHTO T 193																											
DATOS DE PROYECTO																											
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ANGULOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"																										
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA																										
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VASQUEZ		REALIZADO POR: I.C.D																								
EXPLORACIÓN :	CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: O.J.R																								
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 20/02/2023																								
MATERIAL :	TIERRINO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 25		FECHA DE ENSAYO: 28/02/2023																								
DATOS DE LA MUESTRA																											
CALICATA :	C-42		PROF. (m) :																								
MUESTRA :	M-43		COORDENADAS :																								
DETERMINACIÓN DEL CBR		DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO																									
		PROCTOR MODIFICADO ASTM : 1557 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.935 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.5 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.810																									
		PORCENTAJE DEL CBR																									
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>9.1'</td> <td>7.0</td> <td>0.2'</td> <td>12.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>9.1'</td> <td>9.9</td> <td>0.2'</td> <td>19.1</td> </tr> </table>		C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.1'	7.0	0.2'	12.3	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	9.1'	9.9	0.2'	19.1	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">FORCENTAJE DEL CBR</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>9.1'</td> <td>7.0</td> <td>0.2'</td> <td>12.3</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>9.1'</td> <td>9.9</td> <td>0.2'</td> <td>19.1</td> </tr> </table>		FORCENTAJE DEL CBR				C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.1'	7.0	0.2'	12.3	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	9.1'	9.9	0.2'	19.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.1'	7.0	0.2'	12.3																							
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	9.1'	9.9	0.2'	19.1																							
FORCENTAJE DEL CBR																											
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	9.1'	7.0	0.2'	12.3																							
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	9.1'	9.9	0.2'	19.1																							
Observaciones:																											
EC - 56 golpes		EC - 25 golpes																									
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>CBR (0.1)</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td>CBR (0.2)</td> <td>9.9%</td> </tr> </table>		CBR (0.1)	0.8%	CBR (0.2)	9.9%	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>CBR (0.1)</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td>CBR (0.2)</td> <td>9.9%</td> </tr> </table>		CBR (0.1)	0.8%	CBR (0.2)	9.9%																
CBR (0.1)	0.8%																										
CBR (0.2)	9.9%																										
CBR (0.1)	0.8%																										
CBR (0.2)	9.9%																										
EC - 12 golpes		EC - 12 golpes																									
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>CBR (0.1)</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td>CBR (0.2)</td> <td>9.9%</td> </tr> </table>		CBR (0.1)	0.8%	CBR (0.2)	9.9%	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>CBR (0.1)</td> <td>0.8%</td> </tr> <tr> <td>CBR (0.2)</td> <td>9.9%</td> </tr> </table>		CBR (0.1)	0.8%	CBR (0.2)	9.9%																
CBR (0.1)	0.8%																										
CBR (0.2)	9.9%																										
CBR (0.1)	0.8%																										
CBR (0.2)	9.9%																										
Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.																											
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC																											
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE																									
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Kimarnehin LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC GENEVIVAS BARRERA INGENIERO CIVIL No. 027302019																									








GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 02

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5)

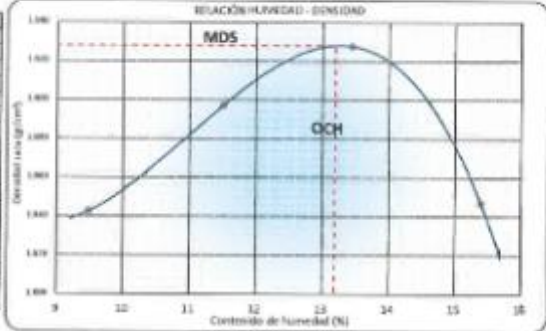


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	-	
		Página	1 de 4	
LÍMITES DE CONSISTENCIA - PÁG. N° 40 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN :	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: L.C.P.	
EXPLORACION :	CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R.	
ESTRUCTURA :	SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 30/05/2017	
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5		FECHA DE ENSAYO: 30/05/2017	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA :	C-02		PROP. (m): -	
MUESTRA :	M-02		COORDENADAS: -	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		T-23	T-18	T-20
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		46.41	46.26	46.39
MASA TARA + SUELO SECO (g)		36.07	37.81	37.02
MASA DEL AGUA (g)		8.24	8.45	8.48
MASA DE LA TARA (g)		16.80	16.80	17.47
MASA DEL SUELO SECO (g)		21.19	20.95	20.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		39.36	40.33	41.37
NÚMERO DE GOLPES		34	25	17
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° DE TARA		T-01	T-04	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		16.78	16.80	
MASA TARA + SUELO SECO (g)		14.72	14.73	
MASA DE LA TARA (g)		6.04	6.01	
MASA DEL AGUA (g)		2.06	2.26	
MASA DEL SUELO SECO (g)		6.16	6.72	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		23.12	25.23	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	40.3			
LÍMITE PLÁSTICO (%)	26.2			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.1			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TÉCNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimerachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC 		




INFORME		Código	CAL-P-001		
 LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01		
		Fecha	-		
		Página	2 de 4		
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (MTC E 116 - 2016 ASTM D 1557 - AADTMO 1-188)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	"ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FISICO MECANICAS"				
UBICACION	PROVINCIA DE CHOTA				
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VARGAS	REALIZADO POR: L.C.D			
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR: G.R.R			
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO: 2016/2023			
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.27.5	FECHA DE ENSAYO: 2016/2023			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C-02	PROF. (m) :-			
MUESTRA	M-02	COORDENADAS :-			
Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Capas de Fines por Capa		25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	(g)	3649	3741	3603	3756
Masa molde + base	(g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	(g)	1921	2014	2062	2029
Volumen del molde	(cm ³)	952	952	952	952
Masa volumétrica húmeda	(g/cm ³)	2.018	2.116	2.167	2.131
Tasa W		7.01	7.06	7.05	7.04
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	570.0	580.0	700.9	450.0
Masa del suelo seco + tara	(g)	411.9	509.8	617.8	555.3
Masa de Tara	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Masa de agua	(g)	158.1	70.2	80.0	94.7
Masa del suelo seco	(g)	411.9	509.8	617.8	555.3
Contenido de agua (%)		38.4	13.8	13.0	17.0
Masa volumétrica seco	(g/cm ³)	1.843	1.897	1.828	1.847
		Densidad máxima (g/cm ³)		1.828	
		Humedad óptima (%)		13.2	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de Cacho de Placa	45.7 cm
Masa del Placa	4.5 kg
Volumen Molde	952
N° capas	5
N° golpes/capas	25
ORACION DE LA MUESTRA	
TAMÑO	RET. PARCIAL PASA (%)
1"	
2"	
3M"	
3M"	
4M"	
5M"	
6M"	
7M"	
8M"	
9M"	
10M"	
11M"	
12M"	
13M"	
14M"	
15M"	
16M"	
17M"	
18M"	
19M"	
20M"	
21M"	
22M"	
23M"	
24M"	
25M"	
26M"	
27M"	
28M"	
29M"	
30M"	
31M"	
32M"	
33M"	
34M"	
35M"	
36M"	
37M"	
38M"	
39M"	
40M"	
41M"	
42M"	
43M"	
44M"	
45M"	
46M"	
47M"	
48M"	
49M"	
50M"	
51M"	
52M"	
53M"	
54M"	
55M"	
56M"	
57M"	
58M"	
59M"	
60M"	
61M"	
62M"	
63M"	
64M"	
65M"	
66M"	
67M"	
68M"	
69M"	
70M"	
71M"	
72M"	
73M"	
74M"	
75M"	
76M"	
77M"	
78M"	
79M"	
80M"	
81M"	
82M"	
83M"	
84M"	
85M"	
86M"	
87M"	
88M"	
89M"	
90M"	
91M"	
92M"	
93M"	
94M"	
95M"	
96M"	
97M"	
98M"	
99M"	
100M"	
101M"	
102M"	
103M"	
104M"	
105M"	
106M"	
107M"	
108M"	
109M"	
110M"	
111M"	
112M"	
113M"	
114M"	
115M"	
116M"	
117M"	
118M"	
119M"	
120M"	
121M"	
122M"	
123M"	
124M"	
125M"	
126M"	
127M"	
128M"	
129M"	
130M"	
131M"	
132M"	
133M"	
134M"	
135M"	
136M"	
137M"	
138M"	
139M"	
140M"	
141M"	
142M"	
143M"	
144M"	
145M"	
146M"	
147M"	
148M"	
149M"	
150M"	
151M"	
152M"	
153M"	
154M"	
155M"	
156M"	
157M"	
158M"	
159M"	
160M"	
161M"	
162M"	
163M"	
164M"	
165M"	
166M"	
167M"	
168M"	
169M"	
170M"	
171M"	
172M"	
173M"	
174M"	
175M"	
176M"	
177M"	
178M"	
179M"	
180M"	
181M"	
182M"	
183M"	
184M"	
185M"	
186M"	
187M"	
188M"	
189M"	
190M"	
191M"	
192M"	
193M"	
194M"	
195M"	
196M"	
197M"	
198M"	
199M"	
200M"	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Grillo Claudio J. Alvarado LABORATORIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	

		INFORME		Origen	CAL-C.B.R-001								
		LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Version	01								
				Fecha	-								
				Página	3 de 4								
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 130, ASTM D 1883, ASTM T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB GRANULOMETRÍA DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	PRIMARIA EN CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VARGAS		REALIZADO POR: I.C.D										
EXPLORACION	CALICATA DE LO ABERTO		APROBADO POR: G.R.R										
ESTRUCTURA	SUBGRANITE		FECHA DE MUESTREO: 08/02/23										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.27.3		FECHA DE ENVÍO: 30/02/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-42		PICK. pp										
MUESTRA	R-42		COORDENADAS										
COMPACTACIÓN													
Molde N°	21		22		24								
N° Capas	8		8		8								
N° golpes por capa	56		25		12								
Condición de la muestra													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + suelo húmedo	62 12321	12881	12288	12961	12209	12072							
Masa de molde + base	62 7879	7879	7825	7925	7822	7822							
Masa del suelo húmedo	62 4444	4972	4468	4436	4387	4250							
Volumen del molde (cm ³)	2118	2118	2096	2096	2121	2121							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.043	2.348	2.131	2.126	2.064	1.994							
N° Test	1-01	7-02	1-02	7-04	7-20	7-06							
Masa suelo húmedo + base	62 4659	4700	4650	4720	4650	4620							
Masa suelo seco + base	62 498.0	500.0	472.3	528.0	472.0	470.0							
Masa de base	62 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Masa de agua	62 66.0	64.4	71.0	63.1	66.0	63.2							
Masa de suelo seco	62 532.0	435.6	472.3	538.9	472.0	470.0							
Contenido de humedad (%)	12.4	14.8	15.0	11.7	14.0	13.4							
Densidad seca (g/cm ³)	1.929	1.372	1.328	1.834	1.738	1.728							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
1/06/2023	10:22	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4/06/2023	10:22	24	35.00	0.25	0.22	28.00	0.26	0.24	36.00	0.30	0.28		
5/06/2023	10:22	40	39.00	0.20	0.25	31.00	0.24	0.27	33.00	0.23	0.28		
6/06/2023	10:22	72	33.00	0.20	0.28	34.00	0.24	0.28	35.00	0.30	0.28		
7/06/2023	10:22	96	30.00	0.20	0.26	30.00	0.26	0.27	27.00	0.27	0.23		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 21				MOLDE N° 22				MOLDE N° 24			
		CARGA (kg)	CORRECCIÓN (kg)	%		CARGA (kg)	CORRECCIÓN (kg)	%		CARGA (kg)	CORRECCIÓN (kg)	%	
0.000		0				0				0			
0.050		25				16				16			
1.018		63				61				37			
1.800		80				76				82			
2.349	79.5	142	144.5	10.5		116	113.2	8.5		85	86.7	8.7	
3.810		254				180				189			
5.080	105.7	383	386.3	10.0		272	269.7	10.2		227	229.4	10.9	
6.250		478				308				275			
7.630		473				387				308			
10.400		595				471				381			
12.700		633				548				427			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO			ING. RESPONSABLE										
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Yvelin Clavelo Rincorachán URBANIZACION LOS OLIVOS Y ASADO			 ING. RESPONSABLE GUSTAVO... CARRERA...										



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 02

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 30.0)

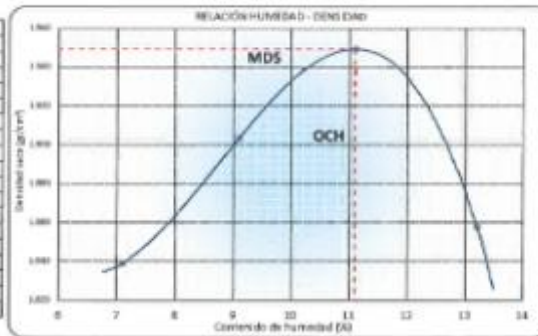


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4016, AASHTO T 99 - T 98				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARECLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VÁSQUEZ		REALIZADO POR: L.C.D.	
EXPLORACIÓN	: CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R.	
ESTRUCTURA	: SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 2016/03	
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.33		FECHA DE ENSAYO: 2016/03	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	: C-02		PROP. (kg) :-	
MUESTRA	: M-03		COORDENADAS :-	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 99)				
N° DE TARA		1.76	1.25	1.21
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		45.91	45.80	45.00
MASA TARA + SUELO SECO (g)		38.54	37.67	37.62
MASA DEL AGUA (g)		7.77	8.25	8.05
MASA DE LA TARA (g)		16.98	16.25	17.77
MASA DEL SUELO SECO (g)		21.40	21.42	19.65
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		36.72	38.32	40.80
NÚMERO DE GOLPES		34	24	16
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° DE TARA		1.08	1.07	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		16.81	17.50	
MASA TARA + SUELO SECO (g)		14.85	15.48	
MASA DE LA TARA (g)		6.90	6.52	
MASA DEL AGUA (g)		1.96	1.67	
MASA DEL SUELO SECO (g)		9.25	8.67	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		23.78	24.31	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		38.3		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		24.0		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		14.3		
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 Refin César Ríosruachin LABORATORIO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				




	INFÓRME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	2 de 4	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (BTC E 118 - 2010 / ASTM D 1587 - AASHTO T-99)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	:	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURGÁ VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	U.C.D	
EXPLORACION	:	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R	
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	20W2023	
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 1% 30	FECHA DE ENSAYO:	30/02/23	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-82	PROF. (m):	-	
MUESTRA	:	M-82	COORDENADAS:	-	
Fracción N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Delgada de Platin por Capa		55	55	55	55
Masa suelo húmedo + tара	(g)	3600	3704	3780	3729
Masa molde + base	(g)	3727	3729	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	(g)	1975	1977	2052	2032
Volumen del molde	(cm ³)	952	952	952	952
Masa volumétrica húmeda	(g/cm ³)	2.077	2.077	2.156	2.135
Tare N°		1-01	1-02	1-03	1-04
Masa del suelo húmedo + tare	(g)	450.0	470.0	476.0	460.0
Masa del suelo seco + tare	(g)	405.9	414.1	403.0	413.2
Masa de Tare	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0
Masa de agua	(g)	44.1	55.9	73.0	46.8
Masa del suelo seco	(g)	405.9	414.1	403.0	413.2
Contenido de agua	(%)	7.1	13.5	18.1	11.3
Masa volumétrica seca	(g/cm ³)	1.829	1.820	1.849	1.854
				Densidad máxima (g/cm ³)	1.849
				Humedad al óptimo (%)	11.1


DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Altura de Codo de Platin		40.7 cm
Masa del Platin		4.5 kg
Volumen Molde		952
N° capas		5
N° golpes/capas		25
GRADACION DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
2"		
3/4"		
20"		
N° 4		100.0
N° 10		
DATOS		
MÉTODO A		
Densidad Específica (g/cm ³)		
Máxima densidad seca (g/cm ³)		1.849
Óptimo Contenido de Humedad		11.1

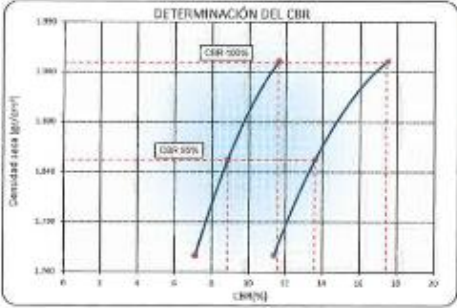


Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Brn Clavo Rimarachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	 Ing. Responsables 

	INFORME		Código	CAL-C.B.R-001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01									
			Fecha	-									
			Página	3 de 4									
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 133, ASTM D 1583, ASTM T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	MEJORA DE PAVIMENTO DE PIEDRA CALIZA EN LAS SUBRASANTES DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGUA YAMQUEZ	REALIZADO POR: I.C.D											
EMPLACACIÓN	CALICATA DEL OMBITO	APROBADO POR: C.B.R											
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO: 09/02/2022											
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 70	FECHA DE ENSAYO: 09/02/2022											
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-02	PROF. (m)		-									
MUESTRA	R-03	COORDENADAS		-									
COMPACTACIÓN													
Módulo N°	10		12		2								
N° Capas	5		5		5								
N° golpes por capa	54		55		12								
Condición de la muestra													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + suelo húmedo (g)	3894	17736	32575	12881	11745	11082							
Masa de molde + base (g)	3043	3043	3131	3131	2917	2917							
Masa del suelo húmedo (g)	851	4677	4356	4493	4128	4945							
Volumen de molde (cm ³)	2123	2123	2121	2121	2111	2111							
Densidad húmeda (g/cm ³)	0.379	2.203	2.053	2.119	1.958	2.311							
N° Tare	1.01	1.02	1.02	1.04	1.00	1.00							
Masa suelo húmedo + tara (g)	995.0	5699.0	4888.9	550.0	4155.0	995.0							
Masa suelo seco + tara (g)	521.0	322.5	338.1	403.3	348.0	300.0							
Masa de base (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Masa de agua (g)	33.0	57.3	60.8	66.7	62.0	74.8							
Masa de suelo seco (g)	521.0	322.5	338.1	403.3	348.0	300.0							
Contenido de humedad (%)	11.3	17.8	17.9	16.6	17.8	24.9							
Densidad seca (g/cm ³)	1.931	1.551	1.623	1.947	1.723	1.754							
ESPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	ESPANSIÓN		ESPANSIÓN		ESPANSIÓN						
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%					
20/02/22	18:22	0	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00					
09/03/22	18:22	24	33.00	0.230	0.10	35.00	0.290	0.12					
06/03/22	18:22	48	37.00	0.270	0.23	34.00	0.300	0.26					
06/03/22	18:22	72	35.00	0.260	0.26	33.00	0.290	0.28					
20/02/22	18:22	96	32.00	0.230	0.28	34.00	0.340	0.28					
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 10				MOLDE N° 12				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%
0.300			0			0				0			
0.600			19			19				19			
1.200			68			55				42			
1.800			104			90				61			
3.540	75.5		150	158.5	91.8	126	120.7	9.9		91	98.9	7.3	
5.890	105.7		210			194				167			
8.360			360	367.8	97.3	289	278.2	95.9		219	232.4	11.4	
7.800			401			400				327			
10.000			500			476				360			
12.700			660			580				493			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Brn Closo Rimarochin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							ING. RESPONSABLE  LEONARDO S. GUSTAVO INGENIERO CIVIL N° 17 26 525						

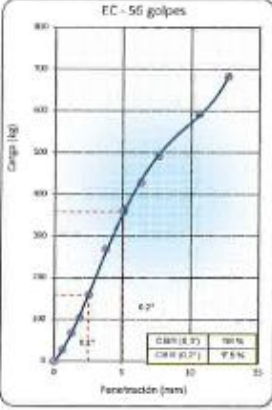
	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1983, ASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
LUBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHETA		
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VÁSQUEZ		
EXPLORACIÓN	: CALICATA CIELO ABIERTO		
ESTRUCTURA	: SUBRASANTE		
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5, 30		
		REALIZADO POR:	L.C.D
		APROBADO POR:	G.R.R
		FECHA DE INSTRUCCIÓN:	23/02/2023
		FECHA DE ENSAYO:	3/09/2023
DATOS DE LA MUESTRA			
CONICATA	: C-02		
MUESTRA	: M-43		
		PROF. (m):	-
		COORDENADAS:	-

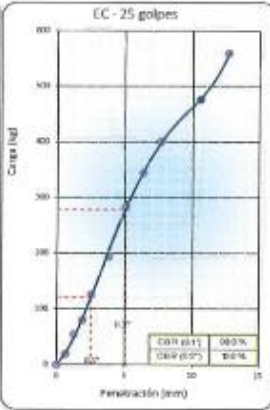


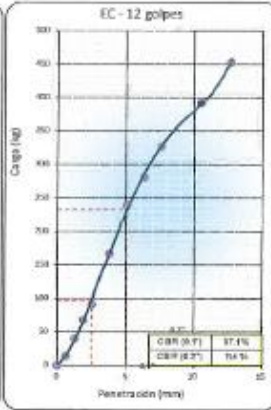
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO			
PROCTOR MODIFICADO ASTM			1987
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm³)		1.849
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		11.1
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm³)		1.852

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.7"	8.9	0.2"	13.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.7"	11.6	0.2"	17.4



Observaciones:







Observaciones: **LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE**

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE  Ing. G. R. R. Gerente General



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 02





(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32.5)




LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Erin Clavo Rivas
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

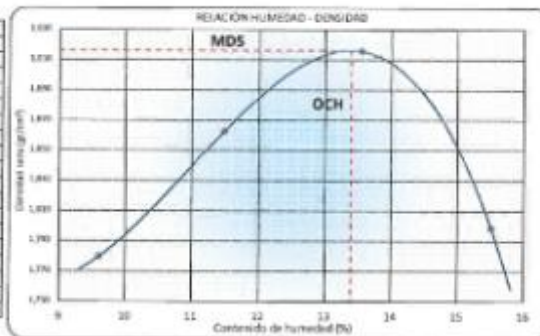


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

		INFORME		Código	CAL-L-001
		LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Verificación	01
				Fecha	-
				Página	1 de 4
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N° 40					
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 119 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	I.G.D	
EXPLORACIÓN	:	CALICATA CELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R.	
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	3/06/2023	
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 12.8	FECHA DE ENSAYO:	3/06/2023	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-62	PROP. (M):	-	
MUESTRA	:	M-04	COORDENADAS:	-	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 119, AASHTO T 89)					
N° DE TARA		1-30	1-35	1-32	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		46.63	46.01	46.09	
MASA TARA + SUELO SECO (g)		36.94	37.75	36.40	
MASA DEL AGUA (g)		7.99	6.26	7.69	
MASA DE LA TARA (g)		16.99	16.17	16.40	
MASA DEL SUELO SECO (g)		21.85	22.59	20.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		36.03	36.88	38.43	
NÚMERO DE GOLPES		33	24	16	
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° DE TARA		1-05	1-17		
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		17.26	17.04		
MASA TARA + SUELO SECO (g)		15.19	15.06		
MASA DE LA TARA (g)		6.27	6.47		
MASA DEL AGUA (g)		2.07	1.98		
MASA DEL SUELO SECO (g)		8.92	8.59		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		23.21	23.05		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
					
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		36.3			
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.1			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		13.2			
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.					
GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC					
TECNICO DE LABORATORIO			ING. RESPONSABLE		
 Brim Clavo Rivasochim LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO			 Ing. Responsable		




	INFORME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Version	01	
			Fecha	-	
			Página	2 de 4	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (BTC E 118 - 2018 / ASTM D 1557 - AABRTO T-108)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"				
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA				
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: L.C.D		
EXPLORACION	CALICATA CIELO ABERTO		AFROBADO POR: G.R.R		
ESTRUCTURA	SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 20180803		
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32.6		FECHA DE ENSAYO: 20180821		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C-02		PROP. INT. -		
MUESTRA	M-06		COHERENCIA: -		
Ensayo N°	1	2	3	4	
Número de Capas	4	6	6	6	
Graves de Píedra por Capa	25	25	25	25	
Masa suelo húmedo + molde	5591	5704	5708	5703	
Masa molde + base	3727	3727	3727	3727	
Masa suelo húmedo compactado	1867	1977	2071	1976	
Volumen del molde (cm³)	902	902	902	902	
Masa sólido húmedo (g/cm³)	2.071	2.207	2.319	2.076	
W ₁ %	7.61	7.66	7.68	7.64	
Masa del suelo húmedo + tara	720.0	715.0	720.0	700.0	
Masa del suelo seco + tara	666.0	641.5	634.0	650.0	
Masa de Tara	0.0	0.0	0.0	0.0	
Masa de agua	54.0	73.5	86.0	50.0	
Masa del suelo seco	606.0	568.0	548.0	600.0	
Contenido de agua (%)	9.0	12.9	15.7	8.3	
Masa sólido seco (g/cm³)	1.780	1.863	1.916	1.759	
				Densidad máxima (g/cm³)	1.916
				Humedad óptima (%)	13.4

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Altura de Cacho de Piedra	40.7 cm	
Masa del Píedra	4.0 kg	
Volumen Molde	902	
N° capas	6	
N° golpes/capas	25	
GRADUACION DE LA MUESTRA		
TAMÑO	RET. PARCIAL	PASA (%)
2"		
3/4"		
3/8"		
N° 4		
N° 10	100.0	
DATOS		
MÉTODO A		
Densidad Específica (g/cm³)		
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	1.916	
Óptimo Contenido de Humedad	13.4	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Brian Claudio Kuznetsov LABORATORIO DE SUELOS INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo... Ing. Gerardo...

	INFORME			Código	CAL-C.B.R-001								
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO			Version	01								
				Fecha	-								
				Página	3 de 4								
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, SABSITO 1 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBGRANDES DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OYOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CHELOPHER ALFREDO BURJA YAGUZZI		REALIZADO POR: I.C.D										
EXPLORACIÓN	CALICATA CELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.M										
ESTRUCTURA	SUBGRANDE		FECHA DE MUESTREO: 30/02/2010										
MATERIAL	TIERRINO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.32.5		FECHA DE ENSAYO: 30/02/2010										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-02		PROF. (m)										
MUESTRA	W-04		COORDENADAS										
COMPACTACIÓN													
Masa M ¹	23		3		3								
N° Capas	2		3		3								
N° golpes por capa	50		25		15								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + fondo + arena	39	1202	12736	12712	11745	11962							
Masa de molde + base	39	8620	8425	7911	7911	7617							
Masa del agua + arena	39	4076	4319	4898	4691	4248							
Volumen del molde (cm ³)	2100		2100		2100								
Densidad aparente (g/cm ³)	2.176		2.049		2.011								
N° Tare	7.21		7.02		7.04								
Masa molde húmedo + base	39	739.0	740.0	739.0	700.0	740.0							
Masa molde seco + base	39	580.5	545.1	643.1	477.4	501.9							
Masa de agua	39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Masa de arena	39	90.9	94.8	88.8	73.8	88.1							
Masa de suelo seco	39	490.2	545.1	643.1	477.4	501.9							
Contenido de humedad (%)	13.6		14.7		13.8								
Densidad seca (g/cm ³)	1.915		1.817		1.722								
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN						
			DIAL	mm %	DIAL	mm %	DIAL	mm %					
24/02/2010	16:22	0	0.00	0.00 0.00	0.00	0.00 0.00	0.00	0.00 0.00					
4/03/2010	16:22	24	35.00	0.390 4.30	35.00	0.390 4.30	43.00	4.430 5.77					
5/03/2010	16:22	48	39.00	0.380 4.32	40.00	0.400 4.40	40.00	4.400 5.44					
6/03/2010	16:22	72	40.00	0.400 4.34	39.00	0.390 4.40	51.00	5.510 6.44					
16/03/2010	16:22	90	40.00	0.400 4.34	51.00	0.510 6.44	50.00	5.000 6.40					
RESISTENCIA													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 05				MOLDE N° 8				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%
0.000			0			0				0			
0.015			20			19				12			
1.270			63			47				35			
1.980			97			75				49			
2.540	16.5		128	132.8	6.7	91	89.8	7.3		52	55.2	4.8	
3.870			210			163				102			
5.080	195.7		366	365.9	10.9	338	329.7	10.8		184	183.8	6.0	
6.390			340			296				209			
7.620			400			367				258			
10.800			454			342				279			
12.750			500			390				304			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO							ING. RESPONSABLE						
 Ing. Claudio Bizarra LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC URB. PISCOPAL S/N. BOYACABAYO - BOYACABAYO							 Ing. G. G. G. LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC CARRERA AV. BOLIVAR 1000 - BOYACABAYO						

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 NORMAS TÉCNICAS: RTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE PROYECTO

PROYECTO : 1 "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : 2 PROVINCIA DE CHOTA SOLICITANTE : 3 JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VÁSQUEZ EXPLORACIÓN : 3 CALICATA CELO ABIERTO ESTRUCTURA : 3 SUBRASANTE MATERIAL : 3 TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32,5	REALIZADO POR: I.C.D APROBADO POR: O.R.R FECHA DE MUESTREO: 30/6/2022 FECHA DE ENVÍO: 30/6/2022
--	--

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 1 C-02 MUESTRA : 1 M-04	PROF. (m): - COORDENADAS: -
---------------------------------------	--------------------------------

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO			
PROCTOR MODIFICADO ASTM			1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm ³)		1.595
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		13.4
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm ³)		1.520

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.4	0.2"	10.9
C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.8	0.2"	13.3

Observaciones:

Observaciones : **LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.**

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TÉCNICO DE LABORATORIO Erín Clavo Romarachi LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE Cristian Antonio Rodríguez INGENIERO CIVIL
--	--




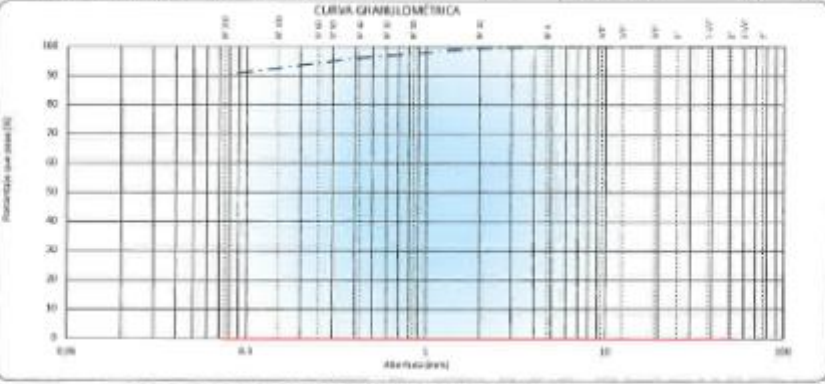


GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 03

(TERRENO NATURAL)







DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código: CAL-G-001					
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión: 01					
		Fecha: -					
		Página: 1 de 6					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBADO NORMAS TÉCNICAS: NTC E 507, ASTM D 422, AASHTO T 99							
DATOS DE PROYECTO							
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASENTE DE MELOS ARGILOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"						
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHIRIQUÍ						
SOLICITANTE	JOSMAN CRISTOPHER ALFREDO BUNDA VASQUEZ	ELABORADO POR: I.C.D.					
EXPLORACIÓN	CALICATA CELO ABIERTO	APROBADO POR: G.R.R.					
ESTRUCTURA	SUBBÁSICA	FECHA DE MUESTREO: 09/09/20					
UNIDAD	TIERRA NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN: 29/09/20					
DATOS DE LA MUESTRA							
CALICATA	C-03	PROF. (cm): 4.00 - 1.00					
MUESTRA	M-01	COORDENADAS: -					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Muestra de la Muestra
2"	50.800						Masa Total de la Muestra (g): 519.8
2 1/2"	63.500						Muestra Fino < 0.75 (g): -
1 1/2"	38.100						Muestra Gruesa > 0.75 (g): -
1"	25.400						Muestra Mediana < 4.75 (g): 519.8
3/4"	19.000						Límites de Consistencia
1/2"	12.500						Límite Líquido (LL) (g): 57.7
3/8"	9.500						Límite Plástico (LP) (g): 31.7
Nº4	4.750				100.0		Índice Plasticidad (PI) (g): 26.0
Nº10	2.000						Clasificación de Base
Nº16	1.180	3.2	0.6	0.6	99.4		Designación Base 1: B-1
Nº20	0.850						Designación Base 2: A-3-B (20)
Nº30	0.600						
Nº40	0.425	17.6	3.3	0.8	99.2		
Nº60	0.250						
Nº100	0.150	18.0	3.8	7.4	92.6		Porcentaje Mayor (g): 15.4
Nº150	0.100	0.8	1.2	0.7	99.3		Materia Orgánica (g): -
Nº200	0.075	4.7	0.8	0.8	99.2		Muestra para Dens (g): 1.00
Nº280							Cálculo Cost. Base (g): 16.4
Nº325							Cálculo Cost. Base (g): 3.8
Nº425							Cálculo Cost. Base (g): 4.4
							Cálculo Cost. Base (g): 4.4
CURVA GRANULOMÉTRICA							
							
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.							
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC							
TECNICO DE LABORATORIO				ING. RESPONSABLE			
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erin Clavo Rinarrachón</i> LABORATORIA DE SUELOS Y ASFALTOS				 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erin Clavo Rinarrachón</i> LABORATORIA DE SUELOS Y ASFALTOS Reg. No. 01205070			

	INFORME		Código	CAL-H.N-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01
			Fecha	-
			Página	3 de 6
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL				
NORMAS TÉCNICAS: BTC E 100, ASTM D 2218				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	S.C.D
EXPLORACIÓN	:	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	S.R.R
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	14/01/2021
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL	FECHA DE ENSAYO:	28/1/2021
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	:	C-03	PROP. (W):	0.00 - 1.00
MUESTRA	:	N-01	COORDENADAS:	-
ENSAYO N°				
N° DE TARA		1		
MASA TARA + SUELO HÚMEDO	(g)	1400.0		
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	1193.0		
MASA DE LA TARA	(g)			
MASA DEL AGUA	(g)	207.0		
MASA DE L SUELO SECO	(g)	1193.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.35		
HUMEDAD NATURAL	(%)			17.4

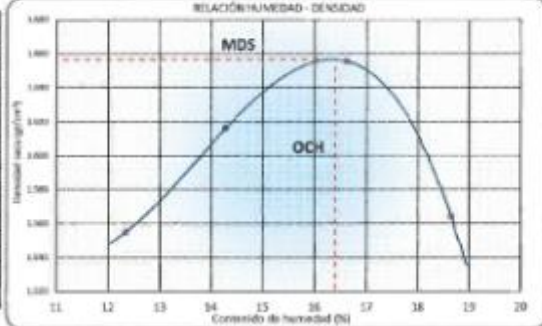
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erika Cleo Rimorachin <small>Ingeniero Civil en Construcción</small>	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <small>Ingeniero Civil en Construcción</small>

	INFORME	Código	CAL-L-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	-	
		Página	2 de 6	
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 150 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 98				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BUNGA VASQUEZ		REALIZADO POR: L.C.D	
EXPLORACIÓN	: CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R	
ESTRUCTURA	: SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 19/02/23	
MATERIAL	: TERRENO NATURAL		FECHA DE ENSAYO: 29/02/23	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	: C-03	PROP. ppq:	0.00 - 1.00	
MUESTRA	: M-01	COORDENADAS:	-	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		7.05	7.22	7.10
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		48.82	47.97	54.53
MASA TARA + SUELO SECO (g)		36.71	36.06	36.62
MASA DEL AGUA (g)		12.11	11.91	14.71
MASA DE LA TARA (g)		15.04	15.30	15.36
MASA DEL SUELO SECO (g)		21.67	20.71	24.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		56.88	57.51	60.11
NÚMERO DE GOLPES		35	25	15
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° DE TARA		7.13	7.43	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		15.57	17.06	
MASA TARA + SUELO SECO (g)		14.58	14.96	
MASA DE LA TARA (g)		8.17	8.14	
MASA DEL AGUA (g)		1.99	2.13	
MASA DEL SUELO SECO (g)		6.41	6.82	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.05	31.23	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	57.7			
LÍMITE PLÁSTICO (%)	31.1			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	26.6			
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONTACTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 Arlin Clavo Rimarochin <small>INGENIERO CIVIL - INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC</small>		 <small>INGENIERO CIVIL - INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC</small>		

	INFORME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	4 de 6	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (BTC E 110 - 2011 / ASTM D 1557 - AADITO T-100)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA	REALIZADO POR: I.C.B		
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURDA VASQUEZ	APROBADO POR: G.R.R		
EXPLORACIÓN	:	CALICATA CELO ABIERTO	FECHA DE MUESTREO: 18/03/20		
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE ENSAYO: 20/03/20		
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-02	PROF. (m): 0.00 - 1.00		
MUESTRA	:	M-01	COORDENADAS: -		
Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		8	8	8	8
Golpes de Pistón por Capa		25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	(g)	3090	3485	3965	3436
Masa molde + base	(g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	(g)	1363	1758	1938	1709
Volumen del molde	(cm ³)	982	982	982	982
Masa volumétrica húmeda	(g/cm ³)	1.387	1.787	1.981	1.750
Tare N°		1-01	1-02	1-03	1-04
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	710.0	730.0	730.0	725.0
Masa del suelo seco + tara	(g)	632.0	612.5	625.0	611.0
Masa de Tara	(g)				
Masa de agua	(g)	78.0	67.5	105.0	114.0
Masa del suelo seco	(g)	632.0	612.5	625.0	611.0
Contenido de agua	(%)	12.3	11.0	16.8	18.7
Masa volumétrica seca	(g/cm ³)	1.568	1.618	1.636	1.664
				Densidad máxima (g/cm ³)	1.667
				Humedad óptima (%)	16.4

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Área de Calda de Pistón	45.7 cm
Masa del Pistón	4.5 kg
Volumen Molde	982
N° capas	8
N° golpes/Capas	25
GRADUACIÓN DE LA MUESTRA	
TAMM	RET. PRINCIPAL PASA (%)
2"	
1 1/2"	
3/8"	
N° 4	100.0
< N° 4	
DATOS	
MÉTODO A	
Gravidad Específica (g/cm ³)	
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.667
Optimo Contenido de Humedad	16.4



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Rylin Claudio Jimenez</i> LABORATORISTA TECNICO DE INGENIERIA	 GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC 

	INFORME		Código	CAL-C.B.R-001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01									
			Fecha	-									
			Página	6 de 6									
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: HTD-E 132 ASTM D 3083, ASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARELLONOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADEN FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOFER ALFREDO BURGAS YRIGUEZ		REALIZADO POR:	LE.O									
EXPLORACIÓN	CALICATA CELO ABIERTO		APROBADO POR:	O.R.R									
ESTRUCTURA	BARRASANTE		FECHA DE MUESTREO:	19/02/23									
MATERIAL	TIERRNO NATURAL		FECHA DE ENSAYO:	20/02/23									
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-02		PROF. (m)	0.30 - 1.30									
MUESTRA	M-01		COORDENADAS	-									
COMPACTACIÓN													
Nº de capas	14		7	18									
Nº golpes por capa	5		5	5									
	25		25	25									
Condiciones de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Masa de molde + (suelo húmedo)	32798	32911	32478	32701	31557	31330							
Masa de molde + seco	31734	31724	3042	3047	3048	3048							
Masa del suelo húmedo	4932	4877	3825	3804	3339	3017							
Volumen del molde (cm³)	2100	2100	2050	2099	2120	2120							
Densidad aparente (g/cm³)	1.926	1.933	1.824	1.820	1.625	1.633							
Nº Tapa	1-24	1-02	1-20	1-24	1-04	1-06							
Masa suelo húmedo + tara	320.0	310.3	380.0	380.0	350.0	340.0							
Masa suelo seco + tara	340.0	330.4	400.0	400.4	471.0	460.5							
Masa de tara													
Masa de agua	80.0	81.8	80.0	81.6	79.0	80.5							
Masa de suelo seco	340.0	320.4	400.0	400.4	471.0	340.5							
Contenido de humedad (%)	18.2	17.2	18.5	17.8	18.8	18.4							
Densidad seca (g/cm³)	1.807	1.693	1.800	1.832	1.437	1.401							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DM	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	mm	%	mm	%				
3/05/2023	12:18	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
3/05/2023	12:18	24	180.00	1.800	0.54	205.00	2.050	1.37	275.00	2.250			
4/05/2023	12:18	48	205.00	2.050	1.34	230.00	2.300	2.00	288.00	2.680			
5/05/2023	12:18	72	205.00	2.050	2.28	280.00	2.800	2.41	305.00	2.930			
6/05/2023	12:18	96	200.00	2.000	2.50	310.00	3.100	2.60	328.00	3.280			
RETRACCIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE Nº 14			MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 12					
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
		Des (mm)	kg	kg	%	Des (mm)	kg	kg	%	Des (mm)	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.625		19				13				10			
1.250		30				26				19			
1.900		45				39				29			
2.500	70.5	60	66.2	4.4		51	51.1	3.8		35	38.3	2.8	
3.500		81				77				58			
5.000	100.7	115	135.1	3.7		98	88.6	4.8		75	75.9	3.8	
6.500		147				120				90			
7.500		180				140				100			
10.000		220				164				140			
12.700		275				204				175			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO						ING. RESPONSABLE							
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Sr. Cleo Risorachin LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO						 ING. RESPONSABLE Sr. Cleo Risorachin							



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 03

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5)



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001											
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01											
		Fecha	-											
		Páginas	1 de 4											
LÍMITES DE CONSISTENCIA - BALLA N°40														
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 119 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 69 - T 98														
DATOS DE PROYECTO														
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"													
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA													
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: I.C.D											
EXPLORACIÓN	: CALCATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R											
ESTRUCTURA	: SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 26/02/23											
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 22.5		FECHA DE ENSAYO: 08/02/23											
DATOS DE LA MUESTRA														
CALCATA	: C-03		PROF. (M): -											
MUESTRA	: M-01		COORDENADAS: -											
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 119, AASHTO T 80)														
N° DE TARA		1-10	1-30	1-24										
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		48.92	48.11	48.39										
MASA TARA + SUELO SECO (g)		36.02	36.70	37.35										
MASA DEL AGUA (g)		12.90	11.52	11.04										
MASA DE LA TARA (g)		12.82	17.06	17.74										
MASA DE L SUELO SECO (g)		22.10	19.74	19.81										
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		58.37	57.35	56.33										
NÚMERO DE GOLPES		10	25	38										
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)														
N° DE TARA		1-10	1-30											
MASA TARA + SUELO HÚMEDO (g)		18.11	18.52											
MASA TARA + SUELO SECO (g)		10.74	10.04											
MASA DE LA TARA (g)		8.17	8.14											
MASA DEL AGUA (g)		2.37	2.40											
MASA DEL SUELO SECO (g)		7.57	7.80											
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.31	31.29											
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td style="text-align: center;">57.2</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td style="text-align: center;">31.4</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td style="text-align: center;">25.8</td> </tr> </table>		CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		LÍMITE LÍQUIDO (%)	57.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	31.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	25.8	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">OBSERVACIONES</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>		OBSERVACIONES		
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA														
LÍMITE LÍQUIDO (%)	57.2													
LÍMITE PLÁSTICO (%)	31.4													
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	25.8													
OBSERVACIONES														
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.														
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC														
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE												

	INFORME	Código	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	2 de 4

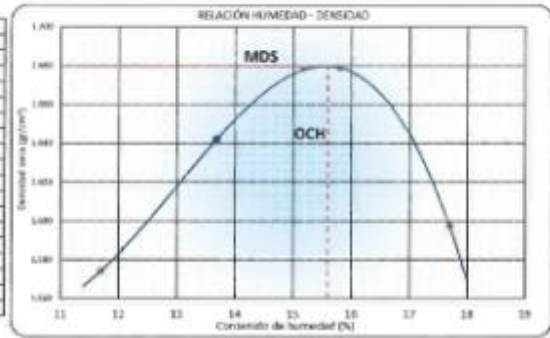
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(NFC E 115 - 2002 / ASTM D 1557 - ABRITO Y-48)

DATOS DE PROYECTO	
PROYECTO	*ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS*
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGAS VASQUEZ
EXPLORACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO
ESTRUCTURA	SUBBASANTE
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5
	REALIZADO POR: I.C.B
	APROBADO POR: G.R.R
	FECHA DE MUESTREO: 2018/203
	FECHA DE ENSAYO: 04/02/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	C-03
MUESTRA	M-01
	PROF. (m): -
	COORDENADAS: -




Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	4	4	4	4
Golpes de Piedra por Capa	25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde (g)	3471	3426	3479	3517
Masa molde + agua (g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo + molde compactado (g)	1674	1719	1651	1790
Volumen del molde (cm³)	962	962	962	962
Masa sólidos húmedo (g)	1753	1800	1844	1896
Tabla N°	7.01	7.02	7.03	7.04
Masa del suelo húmedo + tara (g)	380.0	380.0	380.0	370.0
Masa del suelo seco + tara (g)	318.2	318.1	318.3	314.3
Masa de Tara (g)				
Masa de agua (g)	61.8	61.9	71.7	55.7
Masa del suelo seco (g)	328.2	316.1	406.3	364.3
Contenido de agua (%)	18.7	19.7	17.6	17.7
Masa volumétrica seco (g/cm³)	3.374	3.443	3.478	3.847
			Densidad máxima (g/cm³)	3.930
			Humedad óptima (%)	14.8

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Altura de Cacho de Piedra	45.7 cm	
Masa del Piezo	4.5 kg	
Volumen Molde	962	
N° Capas	5	
N° golpes/Capas	25	
ORAGACION DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
2"	0	100.0
75"	0.0	100.0
100"	0.0	100.0
200"	0.0	100.0
400"	0.0	100.0
750"	0.0	100.0
DATOS METODO A		
Densidad Específica (g/cm³)		
Módulo de elasticidad (g/cm²)	1.480	
Coeficiente de humedad	15.8	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TECNICO DE LABORATORIO  Erín Clavo Rimarochin LABORATORIA SUELOS, CONCRETO Y ZONADO	ING. RESPONSABLE  G. R. R.

INFORME		Código	CAL-C.B.R-001										
 LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Título	01										
		Fecha	-										
		Página	3 de 4										
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 102, ASTM D 1585, AASHTO T 993													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"MEJORA DEL PAVIMENTO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARELLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SU PROPIEDAD FÍSICO-MECÁNICA"												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN DESTORFER ALFREDO BARRA VARGAS	REALIZADO POR:	L.C.D.										
PERFORACIÓN	CALICATA OJO ABERTO	APROBADO POR:	G.R.M										
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE REGISTRO:	28/02/2023										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.12.2	FECHA DE ENSAYO:	09/03/2023										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-01	PROF. (m)	-										
MUESTRA	M-01	COORDENADAS	-										
COMPACTACIÓN													
Molde N°	10	1	2										
N° Capas	5	5	5										
N° golpes por capa	55	55	55										
Condiciones de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO										
Masa de molde + suelo húmedo	39	11074	12010										
Masa de molde + base	39	7903	7555										
Masa del agua húmeda	39	4121	4187										
Volumen del molde (cm³)		2119	2119										
Densidad húmeda (g/cm³)		1.945	1.982										
N° Tara		7.41	7.02										
Masa suelo húmedo + tara	39	519.0	540.0										
Masa agua seca + tara	39	491.2	495.1										
Masa de tara	39												
Masa de agua	39	27.8	24.9										
Masa de suelo seco	39	441.2	495.1										
Gravidad de humedad (%)		6.3	5.0										
Densidad seca (g/cm³)		1.952	1.979										
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	mm	%	mm	%				
06/02/23	12:25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
06/02/23	12:25	24	075.00	1.760	1.51	145.00	1.950	1.48	135.00	1.70			
06/02/23	12:25	48	212.00	2.100	1.83	225.00	2.200	1.94	214.00	2.30			
06/02/23	12:25	72	295.00	2.860	2.21	295.00	2.960	2.24	292.00	2.50			
16/02/23	12:25	96	275.00	2.750	2.27	305.00	3.030	2.04	315.00	2.42			
RESISTENCIA													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 10				MOLDE N° 1				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%		
0.000		0		0		0		0		0		0	
0.800		15		11		11		8		8		8	
1.200		30		20		20		15		15		15	
1.800		50		40		40		30		30		30	
2.540	10.5	60	88.1	5.0		50	57.9	4.2		44	49.3	3.2	
3.910		100		90		90		60		60		60	
5.880	16.7	140	149.9	7.2		124	124.5	6.1		90	91.6	4.8	
8.350		180		155		155		108		108		108	
11.620		210		180		180		126		126		126	
16.080		270		234		234		156		156		156	
22.790		300		250		250		180		180		180	
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO						ING. RESPONSABLE							
 Brin Clavo Rimonochin LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC						 Gerardo Rocio INGENIERO CIVIL							

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Version	01
		Fecha	-
		Página	4 de 4
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)			
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 532, ASTM D 1885, AASHTO T 193			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"		
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA		
SOLICITANTE	: JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: LCD
EXPLORACION	: CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.H
ESTRUCTURA	: SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 20092023
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 22.5		FECHA DE ENSAYO: 04/02/2023
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-03		PROF. (m) :
MUESTRA	: M-01		COORDENADAS :
	DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO		
	PROCTOR MODIFICADO ASTM : 15.7 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 1.880 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.6 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 1.785		
PORCENTAJE DEL CBR			
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 0.1" 4.2 0.2" 6.1 C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 0.1" 5.8 0.2" 7.2			
Observaciones:			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC			
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE	
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Berlin Clavo Rimerachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ACERDO		 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC G. R. H. GENERAL MANAGER #03-CR-2015/01	



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 03






(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 25.0)



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rímarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

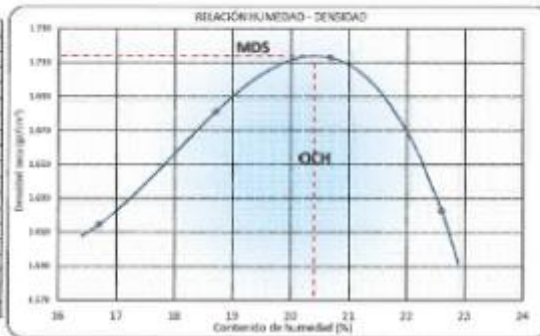


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME		Código	CAL-L-001																
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01																
			Fecha	-																
			Página	2 de 6																
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40																				
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASHTO D 4318, ASHTO T 89 - T 90																				
DATOS DE PROYECTO																				
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUS-PASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS																			
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA																			
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: L.C.D																	
EXPLORACION	CALCATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: S.R.R																	
ESTRUCTURA	SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 2002/2023																	
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.25		FECHA DE ENSAYO: 2002/2023																	
DATOS DE LA MUESTRA																				
CALCATA	C-03		PROP. pag. -																	
MUESTRA	M-03		COORDENADAS: -																	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, ASHTO T 89)																				
N° DE TARA		7.02	7.16	7.19																
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		49.21	49.89	49.72																
PESO TARA + SUELO SECO (gr)		30.21	30.02	30.04																
PESO DEL AGUA (gr)		13.00	11.86	11.68																
PESO DE LA TARA (gr)		13.07	10.86	10.90																
PESO DE L SUELO SECO (gr)		22.54	21.04	21.14																
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		57.86	58.37	56.15																
NÚMERO DE GOLPES		16	25	35																
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, ASHTO T 90)																				
N° DE TARA		7.07	7.30																	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		17.26	17.41																	
PESO TARA + SUELO SECO (gr)		15.10	15.21																	
PESO DE LA TARA (gr)		6.17	6.14																	
PESO DEL AGUA (gr)		2.16	2.20																	
PESO DE L SUELO SECO (gr)		6.85	7.07																	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.17	31.12																	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES																				
																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td></td> <td>58.3</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td></td> <td>31.1</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td></td> <td>25.2</td> </tr> </tbody> </table>			CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			LÍMITE LÍQUIDO (%)		58.3	LÍMITE PLÁSTICO (%)		31.1	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		25.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		OBSERVACIONES			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA																				
LÍMITE LÍQUIDO (%)		58.3																		
LÍMITE PLÁSTICO (%)		31.1																		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		25.2																		
OBSERVACIONES																				
<small>Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN COLABORACIÓN CON EL SOLICITANTE.</small>																				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC																				
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erín Chivo Rímarachte</i> LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		ING. RESPONSABLE   INGENIERO EN GEOTECNIA REG. C. O. 12333																		




	INFORME		Código:	CAL-P-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión:	01
			Fecha:	-
			Página:	1 de 3
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (BTC E 115 - 2016 / ASTM D 1557 - ABRITO T-100)				
DATOS DE PROYECTO				
PROYECTO :	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHOTA			
SOLICITANTE :	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: C.D	
EXPLORACIÓN :	CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: O.R.R	
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE		FECHA DE MUESTREO: 2016/03	
MATERIAL :	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 20		FECHA DE ENSAYO: 2016/03	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA :	C-03		PROP. (no) :	
MUESTRA :	M-01		COORDENADAS :	
Ensayo IP				
Número de Capas	1	2	3	4
Golpes de Pistón por Capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5921	5827	5895	5621
Peso molde + base (gr)	2727	2727	2727	2727
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1794	1900	1968	1894
Volumen del molde (cm³)	982	982	982	982
Peso sólido húmedo (gr/cm³)	1.824	1.935	2.007	1.928
Tareo IP	1.48	1.48	1.48	1.48
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	639.0	632.0	700.0	540.0
Peso del suelo seco + tara (gr)	534.8	585.4	580.0	523.6
Peso de tara (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua (gr)	94.2	46.6	120.0	116.4
Peso del suelo seco (gr)	534.8	535.4	580.0	522.2
Contenido de agua (%)	18.7	9.7	20.7	22.6
Peso sólido seco (gr/cm³)	1.814	1.481	1.713	1.423
Densidad máxima (gr/cm³)				1.714
Humedad óptima (%)				20.4

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Área de Carga de Pistón	45.7 cm²	
Peso del pistón	4.5 kg	
Volumen Molde	982	
N° capas	5	
N° golpes/Capas	25	
UBICACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
20		
40		
60		
75		
100		
N° 200		
DATOS		
MÉTODOS A		
Clasificación Espésula (gr/cm³)		
Máxima densidad seca (gr/cm³)	1.714	
Cómodo Óptimo de Humedad	20.4	



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Erin Clavo Kinavachin</i> LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Erin Clavo Kinavachin</i> LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Reg. GSE 26/2016

INFORME		Código	CAL.C.B.R-001										
 LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Variedad	01										
		Fecha	-										
		Página	2 de 3										
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1585, ARBITO T 003													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"MEJORA DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARELLONOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BARRA VASQUEZ	REALIZADO POR:	LEO										
EXEQUICION	CALICATA OSLO ARBITO	APROBADO POR:	GUAH										
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	2002/02										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5.00	FECHA DE ENSAYO:	2002/02										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-01	PROF. (m)	-										
MUESTRA	M-03	COORDENADAS	-										
COMPACTACION													
Molde N°	11	18	30										
N° Capas	5	5	5										
N° golpes por capa	25	25	25										
Características de la muestra													
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	1545	1147.2	1202	1206	1202	1241							
Peso de molde + Suelo (g)	2570	2570	7800	7823	8403	9403							
Peso de suelo húmedo (g)	4375	4903	4187	4284	3499	4028							
Volumen del molde (cm³)	2119	2119	2130	2130	2125	2128							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.065	2.318	1.966	2.012	1.642	1.893							
N° Tasa	7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06							
Peso suelo húmedo + tara (g)	492.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0							
Peso suelo seco + tara (g)	330.0	490.0	407.0	490.0	301.0	490.0							
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
Peso de agua (g)	162.0	100.7	100.0	111.8	119.0	115.7							
Peso de suelo seco (g)	330.0	490.0	407.0	490.0	301.0	490.0							
Coeficiente de humedad (%)	20.0	21.0	22.0	22.8	21.2	23.4							
Densidad seca (g/cm³)	1.714	1.713	1.830	1.829	1.530	1.534							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION					
				mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%		
2002/02	17:40	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
05/02/02	17:40	24	89.89	0.898	0.77	95.10	0.990	0.40	99.80	1.000	0.80		
5/02/02	17:40	48	107.00	1.070	0.50	196.00	1.500	1.17	193.00	1.500	1.20		
09/02/02	17:40	72	116.00	1.160	1.00	158.00	1.580	1.36	180.00	1.800	1.58		
7/02/02	17:40	96	128.00	1.280	1.04	163.00	1.630	1.41	190.00	1.900	1.22		
PERFORACION													
PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 11				MOLDE N° 18				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		cm	kg	kg	%	cm	kg	kg	%	cm	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.500		20				19				12			
1.000		26				32				35			
1.500		62				61				37			
2.000	70.5	86	76.7	0.8	86	83.0	4.7			49	46.1	3.8	
3.000		89			87					68			
5.000	165.7	124	126.7	6.7	130	106.4	6.3			85	84.8	4.2	
6.300		147			134					88			
7.000		169			138					110			
10.000		200			150					128			
12.700		231			157					140			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO							ING. RESPONSABLE						
													



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 03

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5)



LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erlis Clavo Rimarachin
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

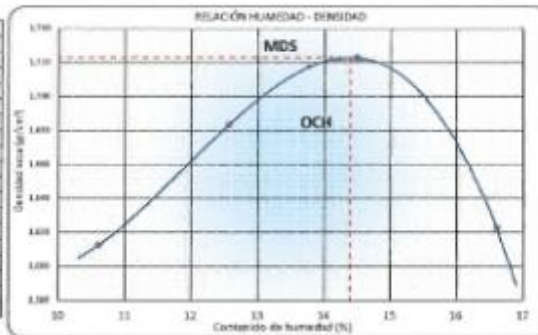


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	-	
		Página	1 de 4	
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 98				
DATOS DE PROYECTO:				
PROYECTO	: "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	: JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ		REALIZADO POR: G.C.D	
EXPLORACIÓN	: CALICATA CIELO ABIERTO		APROBADO POR: G.R.R	
ESTRUCTURA	: SUBBASANTE		FECHA DE MUESTREO: 20/03/23	
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5,27.5		FECHA DE ENSAYO: 09/03/23	
DATOS DE LA MUESTRA:				
CALICATA	: C-03		PROP. FÍSIC: -	
MUESTRA	: M-01		COORDENADAS: -	
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° DE TARA		T-14	T-16	T-22
MASA TARA + SUELO HÚMEDO	(g)	48.17	48.96	53.45
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	37.51	38.35	38.72
MASA DEL AGUA	(g)	10.66	11.61	13.73
MASA DE LA TARA	(g)	17.24	18.08	18.36
MASA DE SUELO SECO	(g)	20.27	21.37	24.37
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.58	54.33	56.34
NÚMERO DE GOLPES		25	25	17
LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 93)				
N° DE TARA		T-11	T-03	
MASA TARA + SUELO HÚMEDO	(g)	17.38	17.55	
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	15.24	15.36	
MASA DE LA TARA	(g)	8.17	8.14	
MASA DEL AGUA	(g)	2.15	2.19	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.07	7.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.41	30.33	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	54.3		
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	30.4		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	23.9		
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.				
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC				
TÉCNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE		
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Edwin Clavo Kinsaraochán LABORANTISTA SUELOS CHICLITO SAGRUE		 GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Ing. [Nombre]		




	INFORME		Código	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01	
			Fecha	-	
			Página	2 de 4	
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (NTC E 116 - 2016 / ASTM D 1557 - AASHTO T-190)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	PROVINCIA DE CHOTA			
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURDA VASQUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D	
EXPLORACION	:	CALICATA DE LO ABERTO	APROBADO POR:	G.R.R	
ESTRUCTURA	:	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	2018203	
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA S 27.5	FECHA DE ENSAYO:	10/12/2018	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-03	PROF. (cm)	-	
MUESTRA	:	M-01	COORDENADAS	-	
Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Piedra por Capa		25	25	25	25
Masa suelo húmedo + molde	(g)	3420	3531	3604	3628
Masa molde + base	(g)	3727	3727	3727	3727
Masa suelo húmedo compactado	(g)	1693	1704	1678	1601
Volumen del molde	(cm ³)	952	952	952	952
Masa volumétrica húmeda	(g/cm ³)	1.784	1.795	1.773	1.680
Estad N°		1-01	1-02	1-03	1-04
Masa del suelo húmedo + tara	(g)	610.0	600.0	600.0	600.0
Masa del suelo seco + tara	(g)	551.5	533.0	524.0	531.7
Masa de Tara	(g)	-	-	-	-
Masa de agua	(g)	58.5	67.0	76.0	68.3
Masa del suelo seco	(g)	551.5	533.0	524.0	531.7
Contenido de agua (%)		10.6	12.6	14.5	12.8
Masa volumétrica seco	(g/cm ³)	1.613	1.603	1.723	1.432
				Densidad máxima	(g/cm ³)
				Humedad óptima	(%)
					1.723
					14.4

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
Nivel de Caida de Plazo		45.7 cm
Masa del Papan		4.5 kg
Volumen Muestra		952
N° capas		5
N° golpes/Capas		25
GRADACION DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (%)
3"	0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N° 4	0.0	100.0
N° 10	100.0	-
DATOS		
METODO A		
Unidad Especifica (g/cm ³)		
Máxima densidad Seca (g/cm ³)		1.723
Optimo (Contenido de humedad)		14.4



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Jolin Claudio Rinerochín</i> <small>INGENIERO EN SUAVES CONCRETO Y ASFALTO</small>	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC <i>Quiza</i> <small>INGENIERO EN SUAVES CONCRETO Y ASFALTO</small>

INFORME		Código	CAL-C.B.R-001										
 LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01										
		Fecha	-										
		Página	3 de 4										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB BASES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	PROVINCIA DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGAS VARGUES	REALIZADO POR	I.E.D										
EXPLICACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR	S.U.R.R										
ESTRUCTURA	SUBBASES	FECHA DE MUESTREO	28/02/23										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5, 27.5	FECHA DE ENVÍO	28/02/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-40	PROF. (m)	-										
MUESTRA	M-01	COORDENADAS	-										
COMPACTACIÓN													
Molde N°	21	3	3										
M ^o Densa	5	5	5										
M ^o grava por capa	30	23	12										
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO										
			SATURADO										
			NO SATURADO										
			SATURADO										
Masa de molde + suelo húmedo	50	127.40	125.69										
			119.90										
			119.90										
Masa de molde + base	50	526.7	526.7										
			767.9										
			767.9										
Masa del suelo húmedo	50	474.3	410.0										
			369.1										
			401.2										
Volumen del molde	(cm ³)	2000	2000										
			2118										
			2118										
Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.975	1.050										
			1.894										
			1.787										
M ^o Tare		1.01	1.01										
			1.43										
			1.04										
Masa suelo húmedo + base	50	400.0	610.0										
			500.0										
			540.0										
Masa suelo seco + base	50	341.0	524.8										
			505.7										
			483.5										
Masa de base	50												
Masa de agua	50	79.0	85.5										
			14.3										
			36.0										
Masa de suelo seco	50	341.0	524.8										
			505.7										
			483.5										
Contenido de humedad	(%)	14.8	16.3										
			14.7										
			16.5										
Densidad seca	(g/cm ³)	1.723	1.714										
			1.830										
			1.624										
			1.557										
			1.549										
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	mm	%	mm	%				
28/02/23	10:20	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
7/03/2023	10:20	24	70.00	0.789	0.80	30.00	0.900	0.78	80.00				
30/03/2023	10:20	48	82.00	0.842	0.79	117.00	1.170	1.01	123.00				
3/04/2023	10:20	72	87.00	1.073	0.86	138.00	1.380	1.10	142.00				
16/04/2023	10:20	48	89.00	1.083	0.83	147.00	1.470	1.27	154.00				
PERMEABILIDAD													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 21			MOLDE N° 3			MOLDE N° 3					
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
		Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%
0.000		0				0				0			
0.000		23				19				14			
1.250		44				30				21			
1.800		64				49				40			
2.340	70.5	104	96.7	7.3		85	89.0	5.5		70	85.7	4.8	
3.870		146				120				101			
5.400	103.7	195	187.3	4.2		159	158.6	7.8		132	154.7	6.8	
6.930		227				184				167			
7.470		251				200				190			
10.000		332				279				256			
12.700		388				301				240			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO							ING. RESPONSABLE						
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rincón</i> LABORATORIO SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO							 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Quiza</i> LABORATORIO SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO						

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001		
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01		
		Fecha	-		
		Página	4 de 4		
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)					
NORMAS TÉCNICAS: MITC E 132, ASTM D 1585, AASHTO T 193					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	"VERSIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"				
UBICACIÓN	PROVINCIA DE OYOTA				
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGAS VASQUEZ	REALIZADO POR:	L.C.D		
EXPLORACIÓN	CALCATA CIÉLO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R		
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	29/6/2023		
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 27.5	FECHA DE ENSAYO:	04/6/2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALCATA	C-03	PROF. (m):	-		
MUESTRA	M-01	COORDENADAS:	-		
	DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO				
	PROCTOR MODIFICADO ASTM: 1557 MÁXIMA DENSIDAD BECA (g/cm ³): 1.725 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.4 RSN DE LA MÁXIMA DENSIDAD BECA (g/cm ³): 1.637				
PORCENTAJES DEL CBR					
C.B.R. AL 98% DE M.D.S. (%)		0.1"	5.0	0.2"	7.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)		0.1"	7.1	0.2"	9.2
Observaciones:					
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.					
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC					
TECNICO DE LABORATORIO		ING. RESPONSABLE			
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erín Clavo Rimarachin URBANIZADA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO		 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Ing. Responsable REG. PROF. 26720			



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 03





(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 30.0)



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erwin Claudio Rimorachán
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

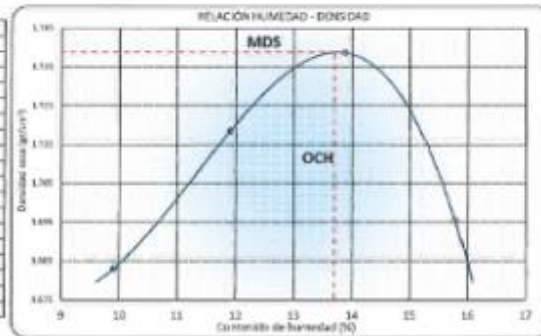


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Codigo: CAL-L-001												
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión: 01												
		Fecha: -												
		Página: 2 de 6												
LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40 NORMAS TÉCNICAS: BTC E 119 - BTC E 115, ASTM D 4318, AASHTO T 88 - T 90														
DATOS DE PROYECTO														
PROYECTO : "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : DISTRITO DE CHOTA SOLICITANTE : JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURSA VARGAS EXPLORACIÓN : CALCATA CIELO ABIERTO ESTRUCTURA : SUBBASANTE MATERIAL : TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5%														
REALIZADO POR: G.C.D APROBADO POR: G.R.R FECHA DE MUESTREO: 2024/02/23 FECHA DE ENSAYO: 2024/02/23														
DATOS DE LA MUESTRA														
CALCATA : C-43 PROF. (M) : - MUESTRA : M-43 COORDENADAS : -														
LÍMITE LÍQUIDO (BTC E 119, AASHTO T 88)														
N° DE TARA	7.06	7.22	7.10											
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (g)	49.87	47.97	54.55											
PESO TARA + SUELO SECO (g)	37.21	36.66	42.72											
PESO DEL AGUA (g)	11.61	11.31	13.81											
PESO DE LA TARA (g)	15.04	15.39	15.30											
PESO DE L SUELO SECO (g)	22.17	21.31	25.37											
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.37	53.07	54.43											
NÚMERO DE GOLPES	35	25	15											
LÍMITE PLÁSTICO (BTC E 115, AASHTO T 90)														
N° DE TARA	7.11	7.43												
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (g)	19.16	17.81												
PESO TARA + SUELO SECO (g)	15.72	15.45												
PESO DE LA TARA (g)	8.17	8.14												
PESO DEL AGUA (g)	2.44	2.35												
PESO DE L SUELO SECO (g)	7.85	7.31												
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.92	32.28												
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES														
														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td>53.2</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td>32.5</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>20.9</td> </tr> </tbody> </table>		CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		LÍMITE LÍQUIDO (%)	53.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	32.5	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	20.9	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	OBSERVACIONES			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA														
LÍMITE LÍQUIDO (%)	53.2													
LÍMITE PLÁSTICO (%)	32.5													
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	20.9													
OBSERVACIONES														
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN COLARITO CON EL SOLICITANTE.														
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC														
TÉCNICO DE LABORATORIO  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO	ING. RESPONSABLE  Ing. C.P. N° 26325													





	INFORME		Código	CAL-P-001		
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01		
			Fecha	-		
			Página	1 de 3		
COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (NTO E 115 - 2011 / ASTM D 1557 - AABITO T-180)						
DATOS DE PROYECTO						
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"				
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE CHOTA				
SOLICITANTE	:	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D		
EXPLORACION	:	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R		
ESTRUCTURA	:	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	30/03/23		
MATERIAL	:	TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 30	FECHA DE ENSAYO:	30/03/23		
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	:	C-02	PROF. (m)	-		
MUESTRA	:	M-03	COORDENADAS	-		
Ensayo N°		1	2	3	4	5
Número de Capas		5	5	5	5	5
Golpes de Placa por Capa		25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	(gr)	5488	5508	5912	5926	5926
Peso molde + agua	(gr)	3727	3727	3727	3727	3727
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1761	1781	1805	1808	1808
Volumen del molde	(cm ³)	952	952	952	952	952
Peso volumétrico húmedo	(gr/cm ³)	1.850	1.825	1.895	1.895	1.895
Tare N°		1-01	1-02	1-03	1-04	1-04
Peso del suelo húmedo + tara	(gr)	630.0	630.0	630.8	630.8	630.8
Peso del suelo seco + tara	(gr)	575.2	580.4	583.2	584.5	584.5
Peso de Tara	(gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	(gr)	56.8	59.7	70.8	66.5	66.5
Peso del suelo seco	(gr)	375.2	580.4	583.2	589.5	589.5
Contenido de agua	(%)	5.3	11.9	13.9	11.8	11.8
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.883	1.719	1.728	1.886	1.886
				Densidad máxima	(gr/cm ³)	1.739
				Humedad óptima	(%)	11.7

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Alcance de Cada de Placa	45.7 cm
Peso del Placa	4.5 kg
Volumen Molde	952
N° capas	5
N° golpes/Capas	25
GRABACION DE LA MUESTRA	
TAMÑO	RET. PARCIAL PASA (%)
1"	
2"	
3/4"	
3/8"	
N° 4	100.0
DATOS METODOS A	
Cantidad Espéculo (gr/cm ³)	1.739
Máximo contenido de agua	11.7



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO Brith Clavo Rinorachin LABORATORIO SUELOS CONCEPCION TIRAFUO	ING. RESPONSABLE GUSTAVO

		INFORME		Código	CAL-C.B.R.001								
		LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Versión	01								
				Fecha	-								
				Página	2 de 3								
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC 132, ASTM D 1585, SASO T 183													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBGRANANTE DE SUELO DE ARCILLA LOMBA Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CHRISTOPHER ALFREDO BURGAS VARGAS		REALIZADO POR: L.C.D.										
EXPLORACION	CALCATA DELO ABERTO		APROBADO POR: G.M.R.										
ESTRUCTURA	SUBGRANANTE		FECHA DE MUESTREO: 30/04/2023										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 30		FECHA DE ENSAYO: 30/04/2023										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALCATA	C-01		PROF. (m)										
MUESTRA	M-02		COORDENADAS										
COMPACTACIÓN													
Base N°	11		10		30								
N° Capas	5		5		5								
N° golpes por capa	56		20		52								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA													
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso de molde + suelo húmedo (gr)	59	31701	11204	11889	11631	52294	52374						
Peso de molde + base (gr)	59	7570	2570	7025	1825	8420	8403						
Peso del suelo húmedo (gr)	59	4221	4284	4511	4389	3811	3811						
Volumen del molde (cm³)		2125	2125	2120	2120	2125	2120						
Densidad húmeda (gr/cm³)		1.983	2.012	1.889	1.889	1.800	1.800						
N° Tare		7.01	7.02	7.00	7.06	7.00	7.04						
Peso suelo saturado + tare (gr)	59	490.0	580.0	490.0	680.0	490.0	670.0						
Peso suelo seco + tare (gr)	59	507.6	500.0	523.3	514.1	593.6	593.6						
Peso de aire (gr)	59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
Peso de agua (gr)	59	30.4	81.6	76.3	85.9	80.2	80.4						
Peso de suelo seco (gr)	59	507.6	500.0	523.3	514.1	513.6	518.2						
Contenido de humedad (%)		14.8	15.9	14.6	15.7	14.8	17.4						
Densidad seca (gr/cm³)		1.739	1.730	1.691	1.549	1.572	1.580						
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	mm	%	mm	%				
30/04/2023	17:42	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
30/04/2023	17:43	34	65.00	0.680	0.36	64.00	0.340	66.00	0.310				
30/04/2023	17:43	48	84.00	0.540	0.22	87.00	0.370	88.00	0.330				
30/04/2023	17:43	72	86.00	0.360	0.16	115.00	1.130	104.00	1.240				
30/04/2023	17:43	96	107.00	1.070	0.67	120.00	1.200	122.00	1.260				
PERMEABILIDAD													
PERMEABILIDAD (cm/s)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 11				MOLDE N° 10				MOLDE N° 30			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Car (Mts)	hg	hg	%	Car (Mts)	hg	hg	%	Car (Mts)	hg	hg	%
0.000		0				0				0			
0.033		34				17				11			
1.278		50				40				30			
1.503		90				72				48			
2.540	70.5	130	112.1	0.2		94	80.9	6.8		72	66.5	8.0	
3.810		160				132				100			
5.080	105.7	180	146.5	0.3		164	170.3	4.3		145	146.0	1.1	
6.250		220				204				170			
7.620		260				234				207			
10.000		321				291				249			
12.750		370				330				281			
Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erlin Clara Rincón Rojas (ANEXO PARA SUELOS CONEYOS Y ARENAS)							ING. RESPONSABLE   GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Calle 10 de Agosto No. 12323						

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	3 de 3

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 122, ASTM D 1583, AASHTO T 193

DATOS DE PROYECTO

PROYECTO : "ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS" UBICACIÓN : DISTRITO DE CHOTA SOLICITANTE : JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURRA VASQUEZ EXPLORACION : CALCATA CIELO ABIERTO ESTRUCTURA : SUBRASANTE MATERIAL : TERRENO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 20	REALIZADO POR: J.C.D APROBADO POR: G.R.R FECHA DE MUESTREO: 20/03/2023 FECHA DE ENSAYO: 20/03/2023
---	---

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-03 MUESTRA : M-03	PROF. (m) : - COORDENADAS : -
-----------------------------------	----------------------------------

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTR	95.7
MÁXIMA DENSIDAD DECA	1.739 (g/cm³)
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.7
55% DE LA MÁXIMA DENSIDAD DECA	1.652 (g/cm³)

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.9	0.2"	6.3
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	6.2	0.2"	6.5

Observaciones:

Observaciones : LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimorachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE ING. RESPONSABLE
--	--







GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"


CALICATA 03

(TERRENO NATURAL + ADICION DE
POLVO DE PIEDRA CALIZA % 32.5)

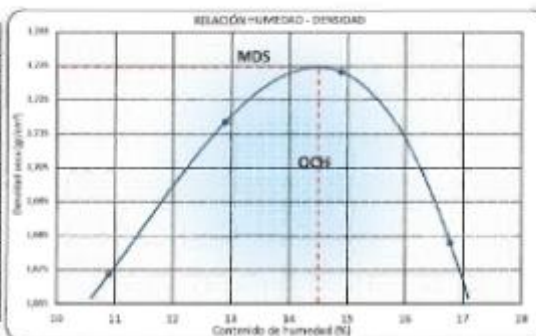


DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	INFORME	Código	CAL-L-001
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01
		Fecha	-
		Página	2 de 6
LÍMITE DE CONSISTENCIA - WALLA N°40			
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 110 - NTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90			
DATOS DE PROYECTO			
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-BASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS		
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA		
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VASQUEZ	REALIZADO POR:	U.C.B
EXPLORACIÓN	CALICATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	S.R.R
ESTRUCTURA	SUBBASANTE	FECHA DE MUESTREO:	29/2/2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% S.S	FECHA DE ENSAYO:	29/2/2023
DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	C-53	PROF. (m)	-
MUESTRA	M-04	COORDENADAS	-
LÍMITE LÍQUIDO (NTC E 110, AASHTO T 89)			
N° DE TARA	7.08	7.22	7.10
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (g)	48.80	47.07	64.53
PESO TARA + SUELO SECO (g)	37.11	36.50	40.48
PESO DEL AGUA (g)	11.71	11.07	14.05
PESO DE LA TARA (g)	10.04	10.30	10.30
PESO DE 1 SUELO SECO (g)	27.07	21.18	25.13
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	53.06	54.23	55.91
NÚMERO DE GOLPES	25	25	100
LÍMITE PLÁSTICO (NTC E 111, AASHTO T 90)			
N° DE TARA	7.11	7.43	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (g)	17.56	17.17	
PESO TARA + SUELO SECO (g)	15.21	14.90	
PESO DE LA TARA (g)	8.17	8.14	
PESO DEL AGUA (g)	2.25	2.25	
PESO DE 1 SUELO SECO (g)	7.04	6.76	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.36	33.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)		54.3	
LÍMITE PLÁSTICO (%)		33.3	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		21.0	
<small>Observación: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN COLANITO DONDE SOLICITANTE.</small>			
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC			
TECNICO DE LABORATORIO  Erwin Clavo Rinaracán <small>LABORATORISTA SUJETO A CONTROL Y FIRMADO</small>		ING. RESPONSABLE  <small>INGENIERO RESPONSABLE</small>	




	INFORME		Origen	CAL-P-001	
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Version	01	
			Fecha	-	
			Página	1 de 3	
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 118 - 2016 / ASTM D 1557 - AASHTO T-99)					
DATOS DE PROYECTO					
PROYECTO	:	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUB-RASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"			
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE CHOTA			
SOLICITANTE	:	JORDAN CRIS FOMPER ALFREDO BIRGA VASQUEZ	REALIZADO POR: LE D		
EXPLORACION	:	CALICATA CILO ABERTO	APROBADO POR: G.R.R		
ESTRUCTURA	:	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO: 3/05/2023		
MATERIAL	:	TERRINO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA % 12.5	FECHA DE ENSAYO: 3/05/2023		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C-03	PROF. 0m: -		
MUESTRA	:	M-04	COORDENADAS: -		
Energía N°		1	2	3	4
Máximo de Capas		8	8	8	8
Grosor de Placa por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	(gr)	5454	5574	5621	5558
Peso molde + base	(gr)	3727	3727	3727	3727
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1727	1847	1894	1831
Volumen del molde	(cm³)	392	392	392	392
Peso volumétrico húmedo	(gr/cm³)	4.395	4.718	4.832	4.685
Ene N°		7-01	7-02	7-03	7-04
Peso del suelo húmedo + tara	(gr)	870.0	818.0	860.0	850.0
Peso del suelo seco + tara	(gr)	604.1	546.3	591.8	556.5
Peso de Tara	(gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	(gr)	265.9	271.7	268.2	293.5
Peso del suelo seco	(gr)	604.1	546.3	591.8	556.5
Contenido de agua (%)		44.0	49.7	45.3	52.7
Peso volumétrico seco	(gr/cm³)	1.544	1.393	1.509	1.420
		Densidad máxima (gr/cm³)		1.738	
		Humedad óptima (%)		14.5	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO		
PLATO DE CARGA DE PLACA		45.7 cm
Peso del Plazo		4.5 kg
Velocidad Motor		600
N° Capas		5
N° golpes/capas		25
GRADACION DE LA MUESTRA		
TAMIZ	RET. PARCIAL	PASA (g)
20		
40		
60		
75		
100		
+ 100		100.0
DATOS		
METODO A		
Gravedad Especifica (gr/cm³)		
Máxima densidad seca (gr/cm³)		1.738
Óptimo Contenido de Humedad		14.5



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	
TECNICO DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rivasochim</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC <i>[Firma]</i> LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

	INFORME		Código	CAL-C.B.R.001									
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO		Variable	01									
			Fecha	-									
			Página	2 de 3									
RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: NTC E 132, ASTM D 1586, ASTM T 993													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS												
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGAS VASQUEZ	REALIZADO POR:	G.C.O.										
EXPLORACION	CALICATA CELO AMBITO	APROBADO POR:	G.C.O.										
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	30/09/23										
MATERIAL	TIENPO NATURAL + ADICION DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5% 30.8	FECHA DE ENSAYO:	30/09/23										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	C-03	PROF. (m)	-										
MUESTRA	N-04	COORDENADAS:	-										
COMPACTACIÓN													
Módulo N°	28		19		37								
N° Capas	5		5		5								
M ³ agua por capa	5%		5%		5%								
Condiciones de la muestra													
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso de radio + suelo húmedo (gr)	50	1302	1306	1302	1304	1304	1302						
Peso de radio + base (gr)	50	787	787	785	785	784	784						
Peso de suelo húmedo (gr)	50	439	454	437	434	437	433						
Volumen del molde (cm ³)		2111	2111	2120	2120	2120	2100						
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.051	2.143	1.999	2.044	1.995	1.999						
N° Tera		1.01	1.02	1.02	1.04	1.02	1.00						
Peso suelo húmedo + tara (gr)	50	808.0	820.8	845.0	850.0	795.0	801.0						
Peso suelo seco + tara (gr)	50	504.0	517.0	485.3	485.3	507.0	493.0						
Peso de tara (gr)	50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
Peso de agua (gr)	50	304.0	303.8	359.7	364.7	288.0	308.0						
Peso de suelo seco (gr)	50	504.0	517.0	485.3	485.3	507.0	493.0						
Contenido de humedad (%)		60.3	58.8	74.2	75.2	56.8	62.5						
Densidad seca (gr/cm ³)		1.735	1.788	1.589	1.645	1.504	1.553						
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN					
				mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%		
30/09/23	17:40	0	9.00	0.000	0.00	9.00	0.000	0.00	9.00	0.000	0.00		
30/09/23	17:40	24	86.00	0.880	0.76	90.00	0.900	0.78	95.00	0.880	0.86		
30/09/23	17:40	48	120.00	1.200	1.00	118.00	1.180	1.02	116.00	1.160	1.00		
30/09/23	17:40	72	157.00	1.570	1.00	159.00	1.590	1.10	151.00	1.510	1.03		
30/09/23	17:40	96	193.00	1.930	1.10	193.00	1.930	1.10	189.00	1.890	1.21		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 25				MOLDE N° 10				MOLDE N° 17			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%	Dial (mm)	kg	kg	%
0.00			0			0				0			
0.025			17			19				19			
1.25			47			34				22			
1.50			79			59				39			
2.50	10.5		104	98.2	7.2	84	78.0	5.8		61	56.4	4.3	
3.50			140			119				82			
5.00	19.7		176	176.8	8.7	159	157.4	7.7		107	106.1	6.2	
6.50			207			194				154			
7.50			231			201				176			
10.00			258			222				198			
12.700			286			240				210			
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													
TECNICO DE LABORATORIO						ING. RESPONSABLE							
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC Erwin Claudio Ramirez LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC													

	INFORME	Código	CAL-C.B.R-001										
	LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO	Versión	01										
		Fecha	-										
		Página	3 de 3										
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, ASHTO T 193													
DATOS DE PROYECTO													
PROYECTO	"ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA EN LA SUBRASANTES DE SUELOS ARCILLOSOS Y LA INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS"												
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHOTA												
SOLICITANTE	JORDAN CRISTOPHER ALFREDO BURGA VARGUEZ	REALIZADO POR:	I.C.D										
EXPLORACION	CALCATA CIELO ABIERTO	APROBADO POR:	G.R.R										
ESTRUCTURA	SUBRASANTE	FECHA DE MUESTREO:	2/06/2023										
MATERIAL	TERRENO NATURAL + ADICIÓN DE POLVO DE PIEDRA CALIZA 5, 32.5	FECHA DE ENBAYO:	3/09/2023										
DATOS DE LA MUESTRA													
CALCATA	C-03	PROF. (m):	-										
MUESTRA	B-04	COORDENADAS:	-										
	DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO												
	PROCTOR MODIFICADO ASTM: 1967 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.735 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.5 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³): 1.648												
PORCENTAJE DEL CBR													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>5.8</td> <td>0.2"</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td>0.1"</td> <td>7.2</td> <td>0.2"</td> <td>6.7</td> </tr> </table>				C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.8	0.2"	7.7	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.2	0.2"	6.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	5.8	0.2"	7.7									
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.2	0.2"	6.7									
Observaciones:													
Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.													
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC													
TECNICO DE LABORATORIO Erín Clavo Rimarachin LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	ING. RESPONSABLE 												