

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE
ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION
DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y
ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores: Bach. Omar Hernandez Perez
Bach. Bricela Damaris Boñon Martinez

Asesor: Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ, AGOSTO, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

**COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASAN
TE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA C
OMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMIC
OS**

AUTOR

**Omar Hernandez Perez & Bricela Damari
s Boñon Martinez**

RECUENTO DE PALABRAS

9200 Words

RECUENTO DE CARACTERES

54179 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

109 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

48.0MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 17, 2024 9:52 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 17, 2024 9:54 AM GMT-5

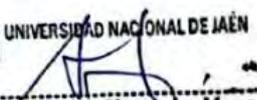
● **17% de similitud general**

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

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huaman Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

● 17% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.ucv.edu.pe Internet	4%
2	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-12 Submitted works	2%
3	Universidad Cesar Vallejo on 2024-01-05 Submitted works	1%
4	hdl.handle.net Internet	1%
5	unj on 2024-04-07 Submitted works	<1%
6	repositorio.unach.edu.pe Internet	<1%
7	Universidad Privada del Norte on 2024-03-15 Submitted works	<1%
8	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-05-13 Submitted works	<1%

9	repositorio.unj.edu.pe Internet	<1%
10	uniandesecc on 2023-11-14 Submitted works	<1%
11	tesis.udea.edu.co Internet	<1%
12	repositorio.ug.edu.ec Internet	<1%
13	renati.sunedu.gob.pe Internet	<1%
14	upc.aws.openrepository.com Internet	<1%
15	repositorio.undac.edu.pe Internet	<1%
16	Colegio Columbia on 2024-06-29 Submitted works	<1%
17	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-12 Submitted works	<1%
18	repositorio.usanpedro.edu.pe Internet	<1%
19	Hudson Valley Community College on 2023-04-23 Submitted works	<1%
20	tesis.usat.edu.pe Internet	<1%

21	repositorio.uss.edu.pe Internet	<1%
22	vdocuments.site Internet	<1%
23	repositorio.upn.edu.pe Internet	<1%
24	unifranz on 2024-06-04 Submitted works	<1%
25	Universidad Cesar Vallejo on 2023-07-19 Submitted works	<1%
26	slideshare.net Internet	<1%



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 11 de octubre del año 2024, siendo las 10:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva
Secretario : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.
Vocal : Dr. Jaiden Revilla Arce, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(X) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACIÓN DE DOS ADITIVOS QUIMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO – JAÉN 2023"**, presentado por los tesisistas **Omar Hernandez Perez y Bricela Damaris Boñon Martinez** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (16) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva
Presidente

Mg. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Secretario

Dr. Jaiden Revilla Arce
Vocal

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Yo, **Hernandez Perez Omar**, identificado con **DNI N°74387387**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén y asesor **Christiaan Zayed Apaza Panca** con **DNI N°43052199**; declaro bajo juramento que Soy Autor del proyecto de tesis denominado:

“COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACIÓN DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFANADO – JAÉN 2023”

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller
(x) Título Profesional
2. El **Trabajo de Investigación** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El **Trabajo de Investigación** presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El **Trabajo de Investigación** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **informe final de Investigación**, así como por los derechos sobre la información presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **informe final de Investigación**

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el **informe final de Investigación** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 05 de agosto de 2024.



Omar Hernandez Perez

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Yo, **Bricela Damaris Boñon Martinez**, identificado con **DNI N°48820873**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén y asesor **Christiaan Zayed Apaza Panca** con **DNI N°43052199**; declaro bajo juramento que Soy Autor del proyecto de tesis denominado:

“COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACIÓN DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFANADO – JAÉN 2023”

6. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller
(x) Título Profesional
7. El **Trabajo de Investigación** no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
8. El **Trabajo de Investigación** presentado no atenta contra derechos de terceros.
9. El **Trabajo de Investigación** no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
10. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del **informe final de Investigación**, así como por los derechos sobre la información presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **informe final de Investigación**

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el **informe final de Investigación** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 05 de agosto de 2024.



Bricela Damaris Boñon Martinez

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Planteamiento del Problema.....	5
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Hipótesis.....	9
1.5 Objetivos.....	9
1.6 Antecedentes de la Investigación.....	10
II. METODOLOGÍA.....	20
2.1.1 Población, muestra y muestreo.....	20
2.1.2 Métodos.....	20
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5.1 CONCLUSIONES.....	33
5.2 RECOMENDACIONES.....	34
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
AGRADECIMIENTO.....	41
DEDICATORIA.....	42
ANEXOS.....	43

RESUMEN

La tesis se enfoca en investigar el comportamiento de una subrasante arcillosa en Jaén, Perú, estabilizada mediante la combinación de dos aditivos químicos: Maxxseal 200 y aceite sulfonado, durante el año 2023. El estudio se centra en evaluar la eficacia de esta combinación para mejorar las propiedades del suelo y su capacidad de soportar cargas, lo que tiene importantes implicaciones para la infraestructura vial en la región.

Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura pertinente para fundamentar la investigación, seguida de un diseño experimental meticuloso que incluye pruebas de laboratorio y monitoreo in situ. Se presta especial atención al control de variables y al análisis de datos para obtener resultados confiables y significativos.

Los hallazgos proporcionan La estabilización con aditivos químicos ha demostrado ser efectiva para mejorar la capacidad de soporte del suelo, siendo la combinación de 1.50% Maxxseal 200 y 1.50% Aceite Sulfonado la óptima. se observa una correlación entre la densidad seca y la capacidad de soporte, donde la calicata C-1, con la mayor densidad seca, muestra la mejor capacidad portante en comparación con C-2 y C-3.

PALABRAS CLAVE: Maxxseal 200, aceite sulfonado, aditivos, subrasante

ABSTRACT

The thesis focuses on investigating the behavior of a clayey subgrade in Jaén, Peru, stabilized by the combination of two chemical additives: Maxxseal 200 and sulfonated oil, during the year 2023. The study focuses on evaluating the effectiveness of this combination in improving soil properties and its load-bearing capacity, which has important implications for road infrastructure in the region.

A thorough review of the relevant literature is conducted to support the research, followed by a meticulous experimental design including laboratory testing and on-site monitoring. Special attention is paid to variable control and data analysis to obtain reliable and meaningful results.

The findings provide Stabilization with chemical additives has proven to be effective in improving soil bearing capacity, with the combination of 1.50% Maxxseal 200 and 1.50% Sulfonated Oil being the optimal one. A correlation is observed between dry density and bearing capacity, where pit C-1, with the highest dry density, shows the best bearing capacity compared to C-2 and C-3.

KEYWORDS: Maxxseal 200, sulfonated oil, additives, subgrade

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En el plano internacional, la construcción moderna de carreteras tiene como idea fundamental producir caminos con las óptimas repuestas ante los esfuerzos que genera el flujo vehicular y cuya perdurabilidad sea constante en el tiempo; es así que la confiabilidad en las propiedades físicas y mecánicas que presenta el suelo o subrasante donde voy a construir tienen que cumplir con los requerimientos no solo mínimos; sino ir más allá de sus nociones de diseño. Gran parte de las obras de viales en diversas partes del mundo han demostrado que los suelos siempre han requerido mejoras, y todo debido a que sus propiedades no son las adecuadas para ser usadas en proyectos, ya sea por presentar bajas capacidades soportes, expansibilidad, bajas densidades, entre otras; y donde la acción fundamental es dar inicio a mejorar estas propiedades no deseadas. Por otro lado hablar de las pérdidas económicas debido a la inestabilidad de suelos o malos mejoramientos en diversas países en su momento, es referir a los miles de billones dólares en pérdidas, sin embargo, actualmente la estabilización de suelos ha avanzado enérgicamente, donde se presentan una serie de productos, empero en un acto revolucionario se presenta que muchas de los estabilizadores no son perdurables en el tiempo, o no se adecuan al tipo de suelo, conllevando a que las estructuras de pavimentos fallen. Es así que siempre se está en la constante búsqueda de diversas metodologías de éxito variable para estabilizar o mejorar aún más algunos elementos estabilizadores que conlleven al éxito estructural a las subrasantes defectuosas (Fonseca, et al. 2019).

En nuestro país la problemática que presentan las obras viales también radica en la gran variabilidad de suelos arcillosos y arenosos, cuyas características son inadecuadas, no asegurando la estabilidad y durabilidad, y por ende geotécnicamente el comportamiento de la

estructura de pavimento. Solo en la ciudad de Pucallpa y zonas de la selva del Perú la permanencia de suelos arcillosos abarca gran parte del territorio lo cual siempre genera un peligro para las diversas estructuras que tendrán como asiento a estos suelos inestables debido a sus cambios volumétricos al tener contacto con el agua y/o bajas resistencias, y que en los últimos años han ido dándose a notar mediante el fallo de las estructuras conllevando no solo a tener un mal sistema vial, sino también generando pérdidas económicas (De la Cruz y Noel, 2022). Los métodos de mejoramiento siempre resultan aplicables solamente a una cantidad limitada de suelos, y desafortunadamente, solo a pocos metros podemos tener variabilidad de suelos, es por ello la factibilidad de tener varios métodos de estabilización para distintos suelos es idóneo y sobre todo los suelos arcillosos que presentan características especiales (Fernández, 1991). Es así que siempre se presentan estudios experimentales cada día con el único fin de seguir mejorando las diversas propiedades de los suelos.

A nivel regional mencionar a las subrasantes es referir que los suelos del valle del territorio en su gran parte están conformados por suelos con presencia de arcillas y limos formado por erosiones clásticas y no clásticas de rocas del lugar, al entrar en contacto con el agua, lo cual siempre ha venido ocasionando fallas en diversos tipos de estructuras, y por defecto pérdidas económicas irrevertibles; por ende se está llevando un estricto programa dedicado al desarrollo vial durable, construyendo y rehabilitando carreteras incluyendo el uso de estabilizadores químicos con el fin lograr estabilización óptimas y considerables ahorro en el tiempo (Fernández, 2017). Por otro lado, son diversos los estudios en los ámbitos locales que se han abocado a la estabilización de suelos mediante agente químicos y asimismo la realización de mejoramientos de la mismas mediante ensayos experimentales teniendo éxito variable.

Asimismo, en la provincia de Jaén presenta suelos derivados de materiales aluvionicos antiguos, formados por materiales finos, y groseros en algunos sitios. Por otro lado, también se tienen suelos formados de materiales finos, generalmente que poseen elevados porcentajes de arcilla, muy expansibles, ubicados habitualmente sobre terrazas altas; mientras que los suelos conformados por materiales por gravas y cantos rodados se ubican dentro del paisaje colinoso enmarcando el área aluvial de I a zona (Autoridad Nacional del Agua, 1977). Entre los problemas por presencia de suelos arcillosos en el ámbito local, su notoriedad se ha dado en las distintas vías de la provincia, como la de Jaén – san Ignacio cuyos tramos sen han visto afectados por su expansibilidad deteriorando todo el pavimento flexible, y de mencionar a las diversas trochas carrozables es mencionar a la intransitabilidad que estas presentan en épocas de lluvias.

Es así que a causa de la presencia de suelos de subrasantes arcillosas, debido a sus características resistentes, sus variaciones de estado, su deformabilidad o sus cambios volumétricos, se tiene una gran cantidad de alzas en los costos de construcción, por otro lado al no estudiarse todo el tramo completo de las vías de los distintos proyectos viales surge que muchos de estas carreteras, su infraestructura vial se ha visto destruida por la presencia de estos suelos, cuyos costos de reparación suelen representar entre 4 al 6% de costo total de la obra, asimismo generando retraso en desarrollo comercial, turístico y social de los pueblos. En general son diversas las acciones destructivas que provocan estos suelos en las estructuras que se construyen sobre estos.

Es por ello que en la actualidad se presentan medidas solutivas que motivan al mejoramiento de las propiedades de estos suelos mediante la aplicación de aditivos químicos como el Maxxseal 200 y Aceite sulfonado, y podríamos con casi toda seguridad referir que el

uso de este sistema enlazado presentará repercusiones positivas en cuanto pérdidas económicas, disminución en costos de reparación y durabilidad de estos. Desde el punto de vista ingenieril, es indispensable estudiar cómo minimizar los riesgos y presentar estudios abocados a estos materiales que tienen caracteres únicos, con el fin de mejorar sus propiedades.

1.2 Formulación del problema

Finalmente nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el comportamiento de una subrasante arcillosa estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado - Jaén 2023?

1.3 Justificación

El estudio técnicamente se justifica en la estabilización de un suelo arcilloso, para cambiar o modificar las propiedades con el único propósito de obtener un material con propiedades mejoradas, perdurables en el tiempo y que tengan la capacidad de soportar las solicitaciones de carga a la que será sometida, con lo cual se generará nuevas ideas y conocimiento en el campo de la estabilización de los suelos.

Socialmente, desde la parte investigativa se pretende dar soluciones a los problemas que existen en la sociedad, y particularmente en el rubro ingenieril enfocado en la estabilización de suelos arcillosos que siempre han sido y son temas de estudios al ser uno de los materiales más inestables. Esta situación afecta generalmente a los caminos no pavimentados, que tienden a presentar deficiencias de transitabilidad con las precipitaciones de la zona y altos niveles de polvo en época seca, generando riesgo vial y contaminación del aire, por ende, la salud.

Económicamente, con la aplicación de estos elementos se pueden lograr economías eficaces y sin riesgos para el proyectista o persona que pretenda usar para la estabilización de

suelos. Asimismo, se tendrá un ahorro significativo al no tener que reemplazar el material y transportarlo.

Ambientalmente, la necesidad de ir de la mano con la naturaleza para brindar a la humanidad un clímax saludable en beneficio de las poblaciones presentes y futuras; es que la investigación busca que la aplicación de productos, acciones y actividades en las distintas etapas sean amigables con el medio ambiente no presentando enfoques dañinos en la flora y fauna del lugar, en caso se haga aplicable in-situ.

1.4 Hipótesis

El comportamiento de una subrasante arcillosa estabilizada por el uso de la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado - Jaén 2023, mejorará el comportamiento de una subrasante arcillosa.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivos generales

- Determinar el comportamiento de una subrasante arcillosa estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado - Jaén 2023.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante arcillosa
- Evaluar la capacidad soporte CBR de una subrasante arcillosa, estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado con adiciones 0.5%, 1% y 1.5% de cada aditivo.

- Comparar el efecto de los distintos porcentajes de los aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado en la capacidad soporte CBR de una subrasante arcillosa.

1.6 Antecedentes de la Investigación

1.6.1 Internacionales

Sepúlveda (2021) en su investigación “Evaluación de aceites industriales usados para su uso en la síntesis de un estabilizante químico de suelos”. Tuvo como objetivo evaluar aceites industriales para estabilizar suelos. La metodología fue aplicada, cuantitativo y experimental. Los resultados mostraron que el aditivo tiende a mejorar las propiedades mecánicas del suelo, con la adición de 1.4ml/kg de suelo arcilloso seco. Concluyo que es viable la producción de aceite estabilizantes, de lo aceites residuales y pueden ser usados para estabilizar suelos.

Vanegas et al. (2020) en su investigación “Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un suelo vial aditivos con productos químicos”. Tuvo como objetivo evaluar las propiedades de un suelo al ser tratado con productos químicos. Su metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativa. Los resultados fueron que los aditivos químicos muestran aumentos en las distintas propiedades del suelo. Concluyo que la estabilización química es uno métodos más eficaces de técnicos y económicos para los proyectos viables, donde tanto se requiere mejoramiento de los suelos.

Ospina et al. (2020) en su investigación “Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero”. Su fin fue mejorar una subrasante arcillosa al adicionar escoria de acero. La metodología empleada fue aplicada, experimental y cuantitativo. Entre sus resultados tuvo que la escoria mejora suelos cohesivos, disminuyendo la plasticidad hasta un 0%, e incrementando el CBR, hasta en 378.92%. Concluyó que la escoria, tiende a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de una arcilla caolinita.

Díaz y Páez (2019) en su estudio “Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso”. Su fin fue evaluar el efecto de la adición de aceite sulfonado en la deformación de un suelo arcilloso. La metodología empleada fue aplicada, experimental y cuantitativo. Para los resultados se tuvo que el agente estabilizante aumento en 60% en el módulo de rigidez, asimismo las curvas de normalización tienen una degradación más rápida. Concluyo que el efecto que produce el aditivo estabilizante es óptimo.

Chasoy et al. (2019) en su investigación “Efecto de la compactación y la activación química sobre las propiedades ingenieriles de un suelo”. Tuvo como objetivo evaluar la influencia de la compactación y la activación química sobre las propiedades del suelo. La metodología empleada fue aplicada, cuasi experimental y cuantitativo. Entre los resultados tuvo el óptimo contenido de aditivo CSP fue de 0.3% y una energía de compactación de 591 kN m/m³. Concluyo que la activación química mejora notablemente las propiedades ingenieriles del suelo.

1.6.2 Nacionales

Flores (2020) en su investigación “Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante en la Av. María Parado de Bellido, Paita, 2020”. El objetivo fue evaluar el suelo de la subrasante de una Av. al adicionar Maxxseal 200 y determinar su efecto. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativa. Entre sus resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 3%, 6% y 9% de aditivo se tuvo valores de CBR a 0.1” al 95% de 10.7%, 41.3%, 37.10%, 48.6% respectivamente. Concluyó que el aditivo Maxxseal 200 mejora de manera óptima las propiedades mecánicas del suelo.

Rentería (2021) en su investigación “Estabilización mediante aceite sulfonado en la carretera no pavimentada en Av. Tupac Amaru con Av. Cámara Real, Lima-2022”. Tuvo como objetivo estabilizar un suelo de una vía no pavimentada mediante la adición de aceite sulfonado. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y descriptivo - explicativo. Para los resultados se presentó que el CBR aumento de 17% que fue la muestra patrón a 49.6%, 55.9%, 60.3% para las adiciones de 0.04l, 0.07l y 0.09l. Concluyo que el aditivo sulfonado mejora significativamente el suelo arcilloso.

Lomparte y Sánchez (2019) en su investigación “Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa”. El fin fue mejorar una superficie de rodadura mediante la adición de un polímero. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y descriptivo - explicativo. De los resultados se tuvo una alta mejora en su CBR, aumentando este en un 300% con respecto a la muestra patrón. Concluyo que el uso de este aditivo aumenta muy eficientemente la lo valores de los ensayos.

Manrique (2021) en su investigación “Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac-2020”. Su fin fue mejorar con aceite sulfonado la subrasante de una avenida. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativo. Para los resultados se tuvo que la adición de aditivo genera variaciones en la compactación y estructura del suelo, y también que las proporciones de aditivo es directamente proporcional al valor de CBR, aumentándolo considerablemente. Concluyo que la aplicación de este aditivo debe aplicarse en vías de bajas capacidades portantes.

Rojas (2019) en su investigación “Influencia de la aplicación del aditivo Con-Aid, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019”. El objetivo fue evaluar la incidencia del aditivo Con-aid en una subrasante. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. Entre resultados tuvo que él aditivo aumenta en 50% el valor del CBR. Concluyo que la aplicación de este aditivo tiende a reducir el espesor de capa de rodadura hasta en un 15%.

1.6.3 Regional

Ocas y Saavedra (2022) en su investigación “Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca-2022”. Tuvo como como fin estabilizar suelos adicionando aditivos químicos y naturales. La metodología fue aplicada, cuasi experimental y cuantitativo. Entre sus resultados obtuvo que los polímeros presentaron mejoras significativas de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, seguido del aceite sulfonado. Concluyo que los estabilizadores influyen positivamente en el diseño del espesor del pavimento, tendiendo a reducirlo.

Quiroz (2022) en su investigación “Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos en la prolongación avenida Perú de Cajamarca 2021”. Tuvo como fin verificar el efecto de los aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos de una subrasante. La metodología fue aplicada, cuasi experimental y cuantitativo. Entre sus resultados tuvo que aditivo químico aumento el CBR de la muestra en 1.1%. Concluyo el aditivo tiende a disminuir el espesor de pavimento, presentando ahorros significativos.

Gambini (2021) en su investigación “Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca”. Tuvo como fin estabilizar una subrasante del sector villa, con cloruro de sodio. La metodología empleada fue aplicada, cuasi experimental y cuantitativo. Entre sus resultados tuvo que el CBR al 100% presentó valores de 1.23%, 2.76%, 3.37% y 6.44% para las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio. Concluyo que el aditivo químico mejora el CBR de la subrasante arcillosa y puede ser empleado.

Rojas (2021) en su investigación “Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio, Cajamarca–2021”. Tuvo como fin determinar la influencia de las cenizas de caña en una subrasante de una trocha carrozable. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativa. De los resultados se tuvo que con la adicione de 8% presenta su mayor aumento del CBR pasando de 8.6% a 17.5%, por otro lado, mejorando los límites de Atterberg. Concluyo que el uso de la ceniza tiende a mejorar la resistencia de la subrasante.

Villanueva (2021) en su investigación “La adición del aceite residual automotriz mejora la estabilización de subrasante de la carretera afirmada Dv. Chirinos–Chirinos, Cajamarca, 2021”. Tuvo como fin determinar de qué manera el aceite usado mejora la subrasante de una carretera. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, explicativa y cuasi experimental. Entre sus resultados tuvo que con las adiciones del 4% y 6% de aceite son las que presentan optimas mejorar en las propiedades del suelo. Concluyo que el aceite mejora las propiedades mecánicas de una subrasante arcillosa.

1.6.4 Local

Núñez y Olivera (2022) en su tesis “Estabilización química de suelos arcillosos para conformación de estructura de pavimento rígido utilizando cemento Portland Tipo I Jaén-

Cajamarca”. Su objetivo fue estabilizar químicamente un suelo arcilloso con Cemento Portland Tipo I. La metodología fue empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. De sus resultados se tuvo que el CBR al 100% aumento en un 80.93% y al 95% en 81.65%. Concluyo que el porcentaje óptimo fue con el 2% porque ayudó a optimizar costos.

Herrera y Miranda (2022) en su investigación, “Mejoramiento de suelos arcillosos, utilizando cal en la subrasante de pavimentos, pasaje El Porvenir, sector el Parral, Jaén, Cajamarca 2022”. Su objetivo fue mejorar suelos arcillosos mediante la incorporación de cal en una subrasante de pavimentos. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. De los resultados se tuvo que con la adición de cal al 12%, el CBR incrementó su valor en 15.50% con respecto a la muestra patrón. Concluyo que cal es uno de los elementos que mejora por excelencia los suelos arcillosos.

Álvarez y Fuentes (2022) en su tesis “Ceniza de cáscara de café para mejora de la resistencia en subrasante con suelos arcillosos, Jaén”. El fin fue analizar el comportamiento de las cenizas en las propiedades mecánicas de una subrasante arcillosa. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, cuasi experimental y descriptivo. De los resultados se tuvo que con las distintas adiciones del 10%, 12%, 15%, 17% y 20% de cascara de café se mejoró el CBR de las muestras del suelo patrón. Concluyo que la aplicación de cenizas en suelos arcillosos mejora los valores de CBR.

Cubas y Manay (2021); en su investigación, “Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en estacionamiento vehicular avenida Circunvalación–Jaén–Cajamarca 2021”. Tuvo como fin mejorar una subrasante para un pavimento industrial de tránsito pesado. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, no experimental y descriptivo. De lps resultados se tuvo que con la

adición de 4% de escoria se presenta su mayor aumento del CBR. Concluyo que el uso de escoria presenta mejoras significativas en el valor del CBR.

Vílchez (2019) en su estudio “Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén-Cajamarca, 2019”. Tuvo como fin mejorar la subrasante de una vía adicionando ceniza de cascara de arroz. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. Entre los resultados se tuvo que la ceniza tiende a mejorar CBR, la humedad óptima y la densidad máxima, para todas las adiciones planteadas. Concluyó que este elemento es óptimo al mejorar las propiedades mecánicas de un suelo inestable.

1.6.5 Bases teóricas

1.6.5.1 Calle

Es un espacio parte del urbano que permite el flujo de vehículos, y que da paso a las viviendas en ambos lados de estos. En el subsuelo usualmente se presentan redes de las instalaciones de servicios básico para las edificaciones (Borja, 2019).

1.6.5.2 Subrasante

Es la capa situada bajo la sub – base, su fin es la de recibir las cargas y transmitir las por el pavimento y amplificarlas de manera uniforme a la subrasante. Está se encuentra conformada por suelos naturales, afirmados y donde cuyas características tienen que ser las adecuadas (Pérez et al., 2023). Las subrasantes presentan categorías que van de inadecuados donde el CBR es inferior a 3% y excelentes cuando el CBR es mayor o igual al 30%

a) Subrasante arcillosa

Las arcillas son compuestos de partículas microscópicas que derivan de la descomposición química de la roca. Estos suelos se caracterizan por ser grandes absorbentes de

humedad poseyendo un comportamiento plástico y en estado sólido por presentar alta rigidez. Los grupos principales de elementos cristalinos son los minerales como la caolinita, las ilitas y las montmorillonitas (Lozano y Ramos, 2019).

1.6.5.3 Estabilización de suelos

Una de las características de los suelos más determinantes es su heterogeneidad, pues solo a pocas profundidades este puede presentar una serie de cambios en sus propiedades. Por otro lado, muchos de estos suelos en su estado natural no suelen ser óptimos para los proyectos de ingeniería, esto debido a bastas características, denominándolos como inestables, siendo las causas que generan esta inestabilidad, como inestabilidad volumétrica, baja capacidad soporte, baja resistencia, permeabilidad y compresibilidad. Ante estas deficiencias, la alteración de las propiedades con el fin de mejorarlo para que pueda soportar esfuerzos se le conoce como estabilización de suelos. Existen muchos métodos de estabilización como la compactación mecánica, física, química entre otros, los cuales pueden llegar a presentar importantes mejoras en los suelos (Fonseca et al., 2019).

a) Estabilización física

Este tipo de estabilización se usa para producir en el suelo cambios físicos. Entre los métodos sobresalientes de tiene la mezcla de suelos, Geotextiles, Geomallas, Consolidación Previa, entre otros (Salinas y Villao, 2019).

b) Estabilización mecánica

Este tipo de estabilización se logra al mejorar un suelo sin adicionar productos, solo mediante la compactación (Salinas y Villao, 2019).

c) Estabilización química

Consiste en incorporar al suelo otros elementos, para modificar sus propiedades, ya sea por un proceso fisicoquímico, o un aglomerante de las partículas del suelo (Rivera et al., 2020).

1.6.5.4 Agentes químicos

a) Maxxseal 200

Es un copolímero de moléculas de alto peso de vinilo acrílico, cuya fabricación ha tenido un intenso proceso de control y escudriñado sobre cada lote producido. Cuando el copolímero actúa con el suelo, las moléculas se fusionan y generan lazos uniéndolas partículas del suelo. Su alto peso molecular y su cadena amplia de polímeros forman un bloque sólido, duradero y resistente al agua. Su aplicación en bajos niveles es suficiente para la supresión del polvo y erosión (Mctron Technologies, 2017).

b) Aceite sulfonado

Son agentes catalizadores que intercambian iones y químicamente son componentes orgánicos que se derivan de sulfuros y ácidos combinados. Entre sus principales efectos es el de reducir el agua del suelo, dejando vacíos para el acomodamiento de las partículas, ya sea por atracción o compactación (Hernández, 2021).

1.6.5.5 Mejoramiento de suelos con aditivos químicos

Este tipo de estabilización se enfoca en el uso de elementos químicos cuya función es mejorar las propiedades de los suelos, su efecto reduce su plasticidad y mejorando su capacidad resistente, ante acciones del tráfico y factores ambientales. Usualmente su uso tiene como fin primordial incrementar en el suelo, su densidad, la capacidad de soportar acciones de carga sin deformarse, y reducir aplacar el desgaste de la capa de rodadura por efecto de tráfico pesado u otros factores (Llano y Restrepo, 2022).

1.6.5.6 Capacidad soporte CBR

Este ensayo se usa para determinar la capacidad de resistencia de los suelos en pavimento de vías. Se hacen frecuentemente en muestras compactadas a la óptima humedad para un suelo específico, ya sea usando la compactación estándar o modificado (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

1.6.5.7 Ensayos

Tabla 1.

Ensayos

ENSAYOS EN LABORATORIO	
Muestro de suelos y rocas	101
Conservación y transporte de muestras	104
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	107
LL	110
LP	111
Humedad	108
Clasificación SUCS y AASHTO	ASTM D-2487/ AASHTO M-145
Proctor	115
CBR	132

Nota. Elaboración propia

II. METODOLOGÍA

2.1.1. Población, muestra y muestreo

2.1.1.1. Población

La población lo conformará una subrasante arcillosa de la calle Isaac Newton de la Habitación urbano California del distrito de Jaén y provincia de Jaén. Se ha tomado la presente vía ya que se encuentra sin pavimentar y según el mapa de peligros de INDECI 2005 hace referencia a suelos arenas limosas y arcillas.

2.1.1.2. Muestra

La muestra lo conformará por suelo encontrado a 1.50m de profundidad de una subrasante arcillosa del distrito de Jaén y provincia de Jaén, ubicadas en los km 0+050, 0+150 y 0+250

2.1.1.3. Muestreo

Es de tipo no probabilístico por conveniencia, hace referencia al muestreo por conveniencia, donde la muestra se elige de acuerdo al investigador, permitiéndolo elegir de manera subjetiva cuántos participantes puede tener su investigación (Hernández, 2021). Es así que nuestro muestreo, es no probabilístico por conveniencia, ya que las cantidades de muestras será según el investigador lo requiera, de tal forma sea representativa para la obtención e interpretación de resultados.

2.1.2. Métodos

2.1.2.1. Método

El modelo hipotético-deductivo, abarca la formulación de hipótesis a partir de dos constantes, una basada en leyes y teorías científicas y la otra en el evento observable que representa el problema y conlleva a la indagación, y posteriormente la

contrastación empirista (Sánchez, 2019). Es así que la investigación presenta un modelo hipotético deductivo, ya que la contrastación de la hipótesis se realizará haciendo uso la observación y leyes.

Según la investigación es aplicada, se caracteriza por la forma en que evaluar la realidad social y emplea sus descubrimientos para mejorar estrategias y acciones concretas, para desarrollar y mejorar estas, permitiendo además a desarrollar la creatividad e innovar (Cordero, 2009). Tenemos que investigación es aplicada, ya que se mediante procedimientos sistemáticos, se generará nuevo conocimiento en el área de la mecánica de suelos.

Según Sánchez (2019), la investigación bajo el enfoque cuantitativo trata con fenómenos medibles, numéricamente, mediante el uso programas estadísticos para el análisis, donde describe, explica, controla el objetivo de sus causas y predice su ocurrencia a partir del desvelamiento de estas; es aquí que el enfoque para este estudio es cuantitativo.

Afirma Murillo (2011) que el estudio de enfoque experimental el observador manipula las variables de estudio, controlándolo y verificar el efecto en las conductas observadas. Es así que el estudio es de tipo experimental ya que manipularán las dos variables a modo del investigador y verificara el efecto.

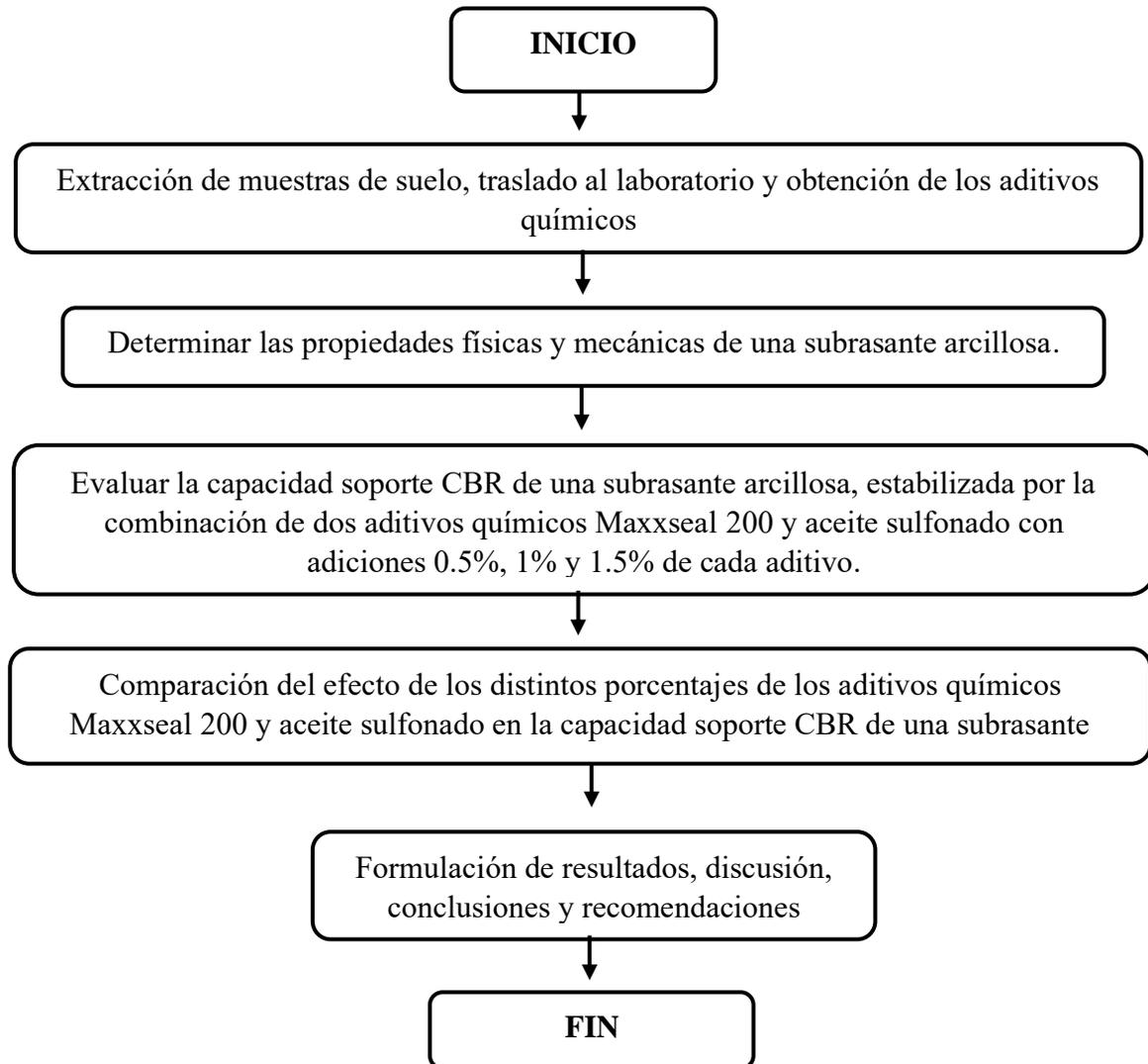
2.1.2.2. Análisis de datos

Es análisis se realizará el programa Excel y su validación.

2.1.2.3. Procedimientos de recolección de datos

Figura 1.

Diagrama



Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1. Se presenta los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante arcillosa.

Tabla 2: Resultado de las propiedades físicas de las calicatas C-1, C-2 y C-3.

	C-1	C-2	C-3
Estratos	E-01	E-01	E-01
Profundidad	0.20-1.50m	0.20-1.50m	0.20-1.50m
Contenido de humedad	19.7%	18.3%	18.5%
L. Líquido	37	39	44
L. Plástico	15	13	16
Índice de plasticidad	22	26	28
	CL (Arcilla	CL (Arcilla	CL (Arcilla
Clasificación ASSTHO	arenosa de baja plasticidad)	arenosa de baja plasticidad)	arenosa de baja plasticidad)
Clasificación SUCS	A-6 (10) (Malo)	A-6 (12) (Malo)	A-7-6 (15) (Malo)

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°2 nos muestra los resultados de los ensayos que se realizaron al suelo de tres calicatas a muestras alteradas, donde obtenemos con ello su clasificación de suelos por AASHTO y SUCS.

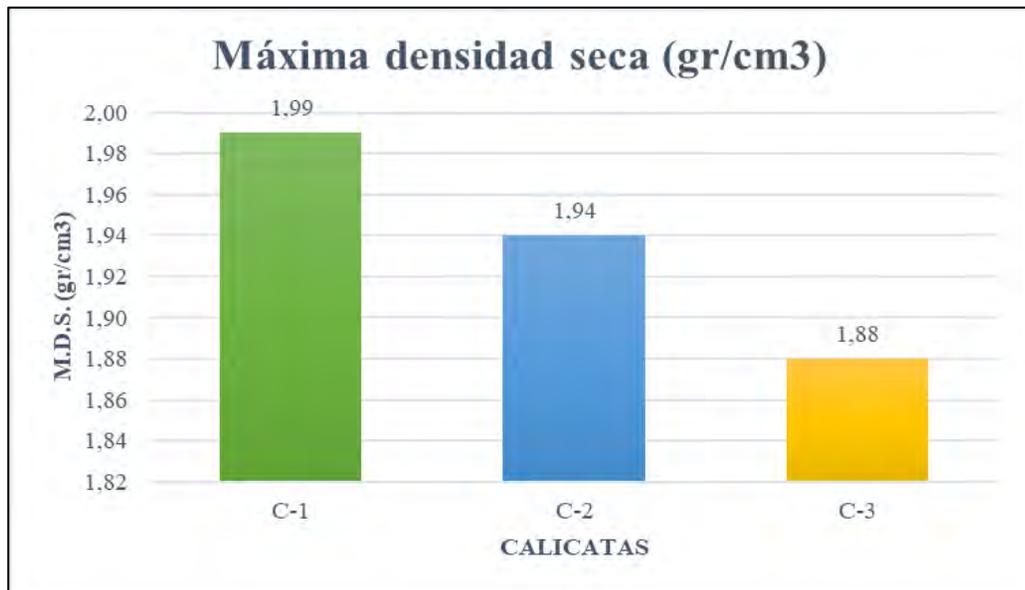
Tabla 3. Resultado del ensayo de Proctor modificado para las calicatas C-1, C-2 y C-3.

Calicata	Máxima densidad seca (gr/cm³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1	1.99	10.22
C-2	1.94	11.13
C-3	1.88	12.36

Fuente: Elaboración propia

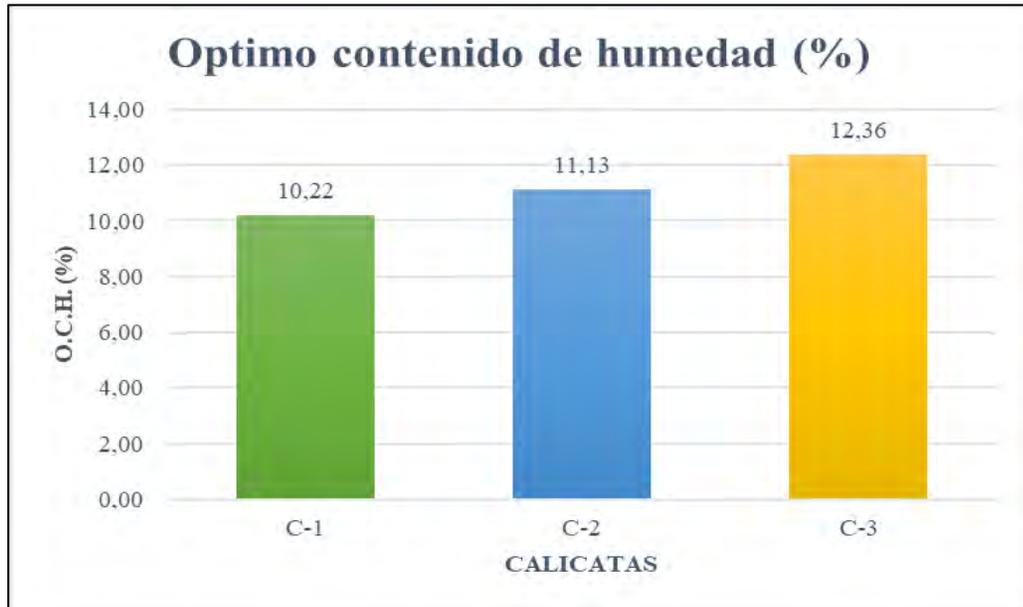
Descripción: La tabla N°3 nos muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado para tres calicatas, obteniendo la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad por muestra.

Gráfico 1: Máxima densidad seca C-1, C-2 y C-3.



Descripción: La gráfica N°1 muestra los resultados de la máxima densidad seca en gr/cm³ obtenidos del ensayo de Proctor modificado, para cada una de las calicatas, donde se observa que la calicata C-1 presenta mayor densidad seca con 1.99 gr/cm³ mientras que la calicata C-3 presenta el menor valor con 1.88 gr/cm³.

Gráfico 2: Óptimo contenido de humedad C-1, C-2 y C-3.



Descripción: La gráfica N°2 muestra los resultados del óptimo contenido de humedad en % obtenidos del ensayo de Proctor modificado, para cada una de las Calicatas, donde se observa que la calicata C-2 con 12.36% presenta el mayor óptimo contenido de humedad y la calicata C-1 con 10.22% presenta el menor óptimo contenido de humedad.

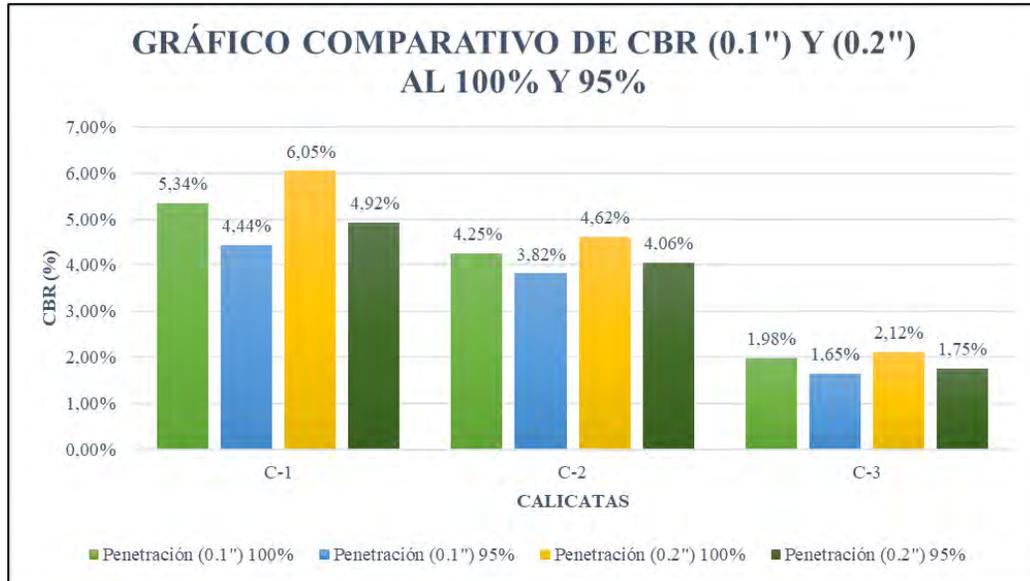
Tabla 4: Resultado de ensayo de CBR para las calicatas C-1, C-2 y C-3.

Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-1	5.34%	4.44%	6.05%	4.92%
C-2	4.25%	3.82%	4.62%	4.06%
C-3	1.98%	1.65%	2.12%	1.75%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°4 nos muestra los resultados del ensayo CBR de las tres calicatas, para una penetración 0.1" y 0.2" (al 100% y 95%).

Gráfico 3: CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de las calicatas C-1, C-2 y C-3.



Descripción: La gráfica N°3 nos muestra los resultados del ensayo de CBR con penetración a (0.1") y (0.2") al 100% y 95%, donde se observa que el CBR de la calicata C-1 presenta una mejor capacidad portante del suelo y la C-3 es la calicata con menor capacidad portante del suelo con respecto a las tres calicatas estudiadas.

3.2. Se presenta los resultados de la evaluación de la capacidad de soporte CBR de una subrasante arcillosa, estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado con adiciones 0.5%, 1% y 1.5% de cada aditivo.

Tabla 5: Elaboración de especímenes + % de Maxxseal 200 + % Aceite Sulfonado.

CANTIDAD DE MATERIALES POR ESPÉCIMEN					
Material	Und.	C-3 + 0%M + 0%AS	C-3 + 0.50%M + 0.50%AS	C-3 + 1.00%M + 1.00%AS	C-3 + 1.50%M + 1.50%AS
Suelo	g	5500	5500	5500	5500
Maxxseal 200	-		27.5	55	82.5
Aceite Sulfonado	ml	-	27.5	55	82.5
Agua		679.8	624.8	569.8	514.8

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°5 nos muestra las cantidades de los materiales a emplear en los especímenes, éstos se trabajaron con el óptimo contenido de humedad de la calicata C-3 sin adición (calicata con menor valor CBR), al cual se le resta el porcentaje de las adiciones para obtener la cantidad de agua a utilizar.

Tabla 6: Resultado del ensayo CBR para la calicata C-3 + Maxxseal 200 + Aceite Sulfonado.

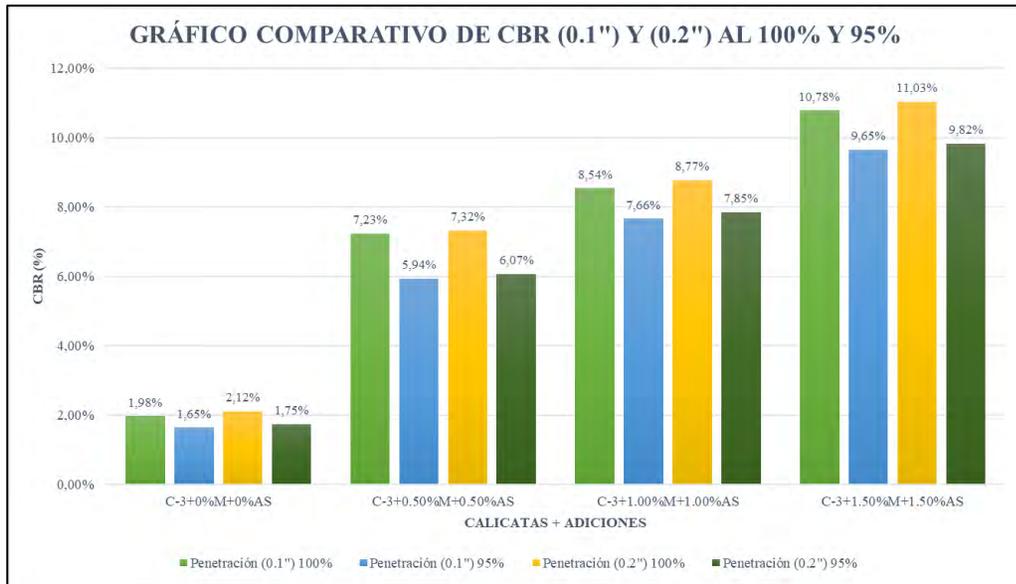
Calicata	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
	100%	95%	100%	95%
C-3+0%M+0%AS	1.98%	1.65%	2.12%	1.75%
C-3+0.50%M+0.50%AS	7.23%	5.94%	7.32%	6.07%
C-3+1.00%M+1.00%AS	8.54%	7.66%	8.77%	7.85%
C-3+1.50%M+1.50%AS	10.78%	9.65%	11.03%	9.82%

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N°6 nos muestra los resultados del ensayo CBR de la calicata C-3, para una penetración 0.1" y 0.2" (al 100% y 95%), con aditivos químicos Maxxseal 200 + Aceite Sulfonado.

3.3. Se presenta un gráfico comparativo del efecto de los distintos porcentajes de los aditivos químicos Maxxseal 200 y aceite sulfonado en la capacidad soporte CBR de una subrasante arcillosa.

Gráfico 4: CBR al 100% y al 95% con penetración al (0.1") y (0.2") de la calicata C-3 + Maxxseal 200 + Aceite Sulfonado.



Descripción: La gráfica N°6 nos muestra los resultados del ensayo de CBR con penetración a (0.1'') y (0.2'') al 100% y 95%, donde se observa que el CBR de la calicata C-3+1.50%M+1.50%AS presenta una mejor capacidad portante del suelo, siendo 1.50% Maxxseal 200 + 1.50% Aceite Sulfonado la adición óptima de aditivos químicos.

IV. DISCUSIÓN

La primera parte de los resultados se centra en la caracterización de una subrasante arcillosa a través de diversos parámetros físicos y mecánicos. Se realizaron pruebas en muestras de tres calicatas (C-1, C-2 y C-3) para evaluar su comportamiento bajo diferentes condiciones. Los resultados se presentan en la Tabla 1 y en el Gráfico 1 para la máxima densidad seca, y en la Tabla 3 y el Gráfico 2 para el óptimo contenido de humedad, tal como lo hizo Afirma Vanegas et al. (2020) en su investigación “Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un suelo vial aditivado con productos químicos”. Tuvo como objetivo evaluar las propiedades de un suelo al ser tratado con productos químicos. Su metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativa. Los resultados fueron que los aditivos químicos muestran aumentos en las distintas propiedades del suelo. Concluyo que la estabilización química es uno métodos más eficaces de técnicos y económicos para los proyectos viables, donde tanto se requiere mejoramiento de los suelos.

En la Tabla 1, se observa una variación en el contenido de humedad, límites de liquidez y plasticidad, así como en las clasificaciones ASSTHO y SUCS entre las diferentes calicatas. Este análisis revela diferencias significativas en las propiedades de las muestras, a pesar de que todas se clasifican como arcilla arenosa de baja plasticidad y el Gráfico 1 complementa estos resultados al mostrar las diferencias en la máxima densidad seca entre las calicatas. Se destaca que la calicata C-1 presenta la mayor densidad seca, mientras que la C-3 exhibe el menor valor, lo que sugiere variaciones en la compactación y estructura del suelo. Afirma Manrique (2021) en su investigación “Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac-2020”. Su fin fue mejorar con aceite sulfonado la subrasante de una avenida. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativo. Para

los resultados se tuvo que la adición de aditivo genera variaciones en la compactación y estructura del suelo, y también que las proporciones de aditivo es directamente proporcional al valor de CBR, aumentándolo considerablemente. Concluyo que la aplicación de este aditivo debe aplicarse en vías de bajas capacidades portantes.

La segunda parte de los resultados se enfoca en evaluar la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa mediante el ensayo de CBR (Coeficiente de Soporte California Bearing Ratio). Los datos se presentan en la Tabla 4 y el Gráfico 3, donde se muestran los valores de penetración para diferentes niveles de carga y porcentajes de deformación. Según Ospina et al. (2020) en su investigación “Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero”. Su fin fue mejorar una subrasante arcillosa al adicionar escoria de acero. La metodología empleada fue aplicada, experimental y cuantitativo. Entre sus resultados tuvo que la escoria mejora suelos cohesivos, disminuyendo la plasticidad hasta un 0%, e incrementando el CBR, hasta en 378.92%. Concluyó que la escoria, tiende a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de una arcilla caolinita.

En la Tabla 4, se observa que la calicata C-1 presenta una mayor capacidad de soporte en comparación con C-2 y C-3, lo que indica una variabilidad en la resistencia del suelo. Este patrón se confirma en el Gráfico 3, donde se evidencia que C-1 tiene el CBR más alto, mientras que C-3 muestra la capacidad portante más baja, tal como hizo Según Lomparte y Sánchez (2019) en su investigación “Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa”. El fin fue mejorar una superficie de rodadura mediante la adición de un polímero. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y descriptivo - explicativo. De los resultados se

tuvo una alta mejora en su CBR, aumentando este en un 300% con respecto a la muestra patrón. Concluyo que el uso de este aditivo aumenta muy eficientemente la lo valores de los ensayos.

La tercera parte de los resultados presenta la evaluación de la capacidad de soporte CBR de la subrasante arcillosa después de ser estabilizada con la combinación de dos aditivos químicos: Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado. Los datos se muestran en la Tabla 5 y la Tabla 6. Según Ocas y Saavedra (2022) en su investigación “Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca-2022”. Tuvo como fin estabilizar suelos adicionando aditivos químicos y naturales. La metodología fue aplicada, cuasi experimental y cuantitativo. Entre sus resultados obtuvo que los polímeros presentaron mejoras significativas de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, seguido del aceite sulfonado. Concluyo que los estabilizadores influyen positivamente en el diseño del espesor del pavimento, tendiendo a reducirlo.

En la Tabla 5, se detallan las cantidades de materiales utilizados en los especímenes, mientras que la Tabla 6 muestra los resultados del ensayo CBR para diferentes porcentajes de aditivos químicos. Se observa un aumento significativo en la capacidad de soporte CBR con la adición de estos aditivos, especialmente en las muestras con mayores porcentajes de Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado. Afirma Rentería (2021) en su investigación “Estabilización mediante aceite sulfonado en la carretera no pavimentada en Av. Tupac Amaru con Av. Cámara Real, Lima-2022”. Tuvo como objetivo estabilizar un suelo de una vía no pavimentada mediante la adición de aceite sulfonado. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y descriptivo - explicativo. Para los resultados se presentó que el CBR aumento de 17% que fue la muestra patrón a 49.6%, 55.9%, 60.3% para las adiciones de 0.04l, 0.07l y 0.09l. Concluyo que el aditivo sulfonado mejora significativamente el suelo arcilloso.

Finalmente, se presenta un análisis comparativo del efecto de los diferentes porcentajes de aditivos químicos en la capacidad de soporte CBR de la subrasante arcillosa. Esto se ilustra en el Gráfico 6, donde se observa cómo varía el CBR para diferentes combinaciones de Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado. De acuerdo con Flores (2020) en su investigación “Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante en la Av. María Parado de Bellido, Paita, 2020”. El objetivo fue evaluar el suelo de la subrasante de una Av. al adicionar Maxxseal 200 y determinar su efecto. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo, experimental y explicativa. Entre sus resultados tuvo que para las adiciones de 0%, 3%, 6% y 9% de aditivo se tuvo valores de CBR a 0.1” al 95% de 10.7%, 41.3%, 37.10%, 48.6% respectivamente. Concluyó que el aditivo Maxxseal 200 mejora de manera óptima las propiedades mecánicas del suelo.

El Gráfico 6 muestra que la muestra con 1.50% de cada aditivo (Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado) presenta la mejor capacidad portante del suelo, lo que sugiere que esta combinación es la más efectiva para mejorar la resistencia de la subrasante arcillosa.

En resumen, estos resultados ofrecen una comprensión detallada de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa, así como de los efectos de la estabilización con aditivos químicos en su capacidad de soporte. Este análisis es fundamental para la toma de decisiones en el diseño y construcción de infraestructuras viales, garantizando su seguridad y durabilidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Se concluye que los resultados obtenidos sugieren que la subrasante arcillosa estudiada posee propiedades físicas y mecánicas variables, lo que puede influir en su comportamiento ante cargas y condiciones ambientales. La estabilización con aditivos químicos ha demostrado ser efectiva para mejorar la capacidad de soporte del suelo, siendo la combinación de 1.50% Maxxseal 200 y 1.50% Aceite Sulfonado la óptima.
2. Los resultados revelan que las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante arcillosa varían significativamente entre las diferentes calicatas. La clasificación según AASHTO y SUCS indica que todas las muestras son de baja plasticidad, pero existe una discrepancia en los valores de contenido de humedad, límites de liquidez y plasticidad, lo que sugiere heterogeneidad en el suelo. Además, se observa una correlación entre la densidad seca y la capacidad de soporte, donde la calicata C-1, con la mayor densidad seca, muestra la mejor capacidad portante en comparación con C-2 y C-3.
3. La evaluación de la capacidad de soporte CBR después de la estabilización con aditivos químicos demuestra mejoras significativas en la resistencia del suelo. Los resultados muestran que la combinación de Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado en proporciones específicas incrementa notablemente el CBR de la subrasante arcillosa. Se observa un aumento progresivo en la capacidad de soporte a medida que se incrementa el porcentaje de aditivos, destacando la muestra con 1.50% de cada aditivo como la más efectiva, lo que sugiere que esta combinación es la óptima para mejorar la capacidad portante del suelo.
4. Se concluye que estos hallazgos tienen importantes implicaciones para el diseño y la construcción de infraestructuras viales, ya que permiten tomar decisiones informadas sobre

la selección de materiales y técnicas de estabilización para garantizar la seguridad y durabilidad de las carreteras. Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar la durabilidad a largo plazo y el comportamiento bajo diferentes condiciones climáticas.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, antes de aplicar cualquier aditivo, realiza un estudio detallado de las características físicas y químicas de la subrasante arcillosa en Jaén. Comprender su composición inicial es fundamental para evaluar el impacto de los aditivos y prever posibles resultados.
2. Se recomienda, durante la aplicación de Maxxseal 200 y aceite sulfonado, asegúrate de seguir estrictamente las recomendaciones de dosificación y técnicas de mezclado. El control preciso de estas variables garantizará la eficacia y consistencia de la estabilización.
3. Se recomienda, el monitoreo continuo del comportamiento in situ: Después de aplicar los aditivos, establece un programa de monitoreo para evaluar cómo la subrasante estabilizada responde a las cargas y condiciones climáticas reales. Esto proporcionará información invaluable sobre su rendimiento a largo plazo.
4. Se recomienda, evaluación comparativa y análisis de costos: Además de examinar el comportamiento técnico de la subrasante estabilizada, compara los costos asociados con esta técnica frente a otras opciones de estabilización disponibles en el mercado. Considera no solo los costos directos de los aditivos, sino también los beneficios a largo plazo en términos de durabilidad y mantenimiento de la carretera.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. y Fuentes, L. (2022). Ceniza de cáscara de café para mejora de la resistencia en subrasante con suelos arcillosos, Jaén [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/95214>
- Autoridad Nacional del Agua. (Eds.). (1977). Estudio de suelos de la zona de Jaén - san Ignacio. https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Suelo/Criterios_pdf/Jaen.pdf
- Borja, J. (2019). Derecho a la ciudad, de la calle a la globalización. Monografías CIDOB, 76, 33-43. https://www.cidob.org/es/content/download/74403/2371996/version/2/file/33-44_JORDI%20BORJA_CAST.pdf
- Cordero, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educación, 33(1), 155-165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Chasoy, S., Osorio, A. y Restrepo, G. (2019). Efecto de la compactación y la aditivación química sobre las propiedades ingenieriles de un suelo [congreso]. VII congreso internacional de ingeniería civil. El desarrollo sostenible, un compromiso de la ingeniería moderna. http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/images/2019/01/22/memorias_2019/Efecto-de-la-compactacin-y-la-aditivacin-quimica-sobre-las-propiedades-ingenieriles-de-un-suelo.pdf
- Cubas, J. y Manay, L. (2021). Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en estacionamiento vehicular avenida Circunvalación–Jaén–Cajamarca 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71303>
- Díaz, C. y Paez, J. Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso [Tesis de grado, Universidad

Santo Tomás]. Repositorio Digital Universidad Santo Tomas.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19580>

Fernández, H. (2017). Efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1140>

Fernández, L. (Eds.). (1991). Mejoramiento y estabilización de suelos (No. 631.82 631.43 631.41). Limusa.
<http://bibmcgrath.usma.ac.pa/library/index.php?lang=en&title=304097&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@field1=clasificacion@value1=631.4@mode=advanced&recnum=25>

Flórez-Ramírez, J. (2006). Estabilización de suelos con biocemento [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Universidad de los Andes.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53981><https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/9048>

Flores-Castañeda, L. (2020). Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante en la Av. María Parado de Bellido, Paíta, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53981>

Fonseca, A., Piratova, A. y Piratova, A. (Eds.). (2019). Estabilización de suelos. Ediciones de la U.
https://scholar.google.es/scholar?start=0&q=ESTABILIZACION+DE+SUELOS&hl=es&as_sdt=0,5#d=gs_cit&t=1676520296195&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AtYUiacrm6QQJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des

Gambini-Zelada, J. (2021). Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63231>

- Hernández-González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf>
- Herrera, S. y Miranda, L. (2022). Mejoramiento de suelos arcillosos, utilizando cal en la subrasante de pavimentos, pasaje El Porvenir, sector el Parral, Jaén, Cajamarca 2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59612>
- Llano, E. y Restrepo, G. (2022). Efecto del intemperismo sobre las propiedades fisicoquímicas, el desempeño y la durabilidad de suelos viales aditiva dos con estabilizantes químicos. *STUDIES IN ENGINEERING AND EXACT SCIENCES*, 3(1), 2-15. <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/sees/article/view/196/209>
- Lomparte, C. y Sánchez, N. (2019). Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Digital Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3217>
- Lozano, G. Y Ramos, V. (2019). Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Digital Universidad Católica de Colombia.. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/d66adbdb-6d6f-4ad5-af2a-1234e5097e9c/content>
- Manrique-Reynaga, R. (2021). Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac-2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59612>
- Mctron Technologies. (2017). MaxxSeal® 100. http://mctron.com/wp-content/uploads/2017/12/TDS-MaxxSeal_100.pdf

- Ministerio de transporte y comunicaciones (2013). Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf
- Murillo, J. (Eds.). (2011). Métodos de investigación de enfoque experimental. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55568285/Experimental-libre.pdf?1516242137=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOS_DE_INVESTIGACION_DE_ENFOQUE_EXPE.pdf&Expires=1677606465&Signature=R5tfEvlrvteRHWYyCSgrZP5QMzxrHpzpa9ZRAfFjKBPiCKBAyNT3rytdTPWKR7C27aid7~72xSyjEM2WMgk3Uj39PR5dq3QlOgWrJ-MhQvG52u8VNHTLP8aZCe5TwPP6AVb5FGqomyhX-R-vcGUVwMBO3YcEjIv0d0UkOLsRTAXQNugEKmEb3jb9gVTBQZdPcql2Im6PsqJOeX2IIrpQFt836vgIS113-9TJlVc17Xfl2jXX1t6wylhUliwy0AkXmUa7eXsBhATyqMCJMSPR7Gxt~xCllj1j8tN0HiuY7LvVSu7hhwixW60k2kibpbBV20--KiVrftSzENEFgLtZA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Núñez, M. y Olivera, J. (2021). Estabilización química de suelos arcillosos para conformación de estructura de pavimento rígido utilizando cemento Portland Tipo I Jaén-Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75242/Nu%c3%b1ez_FFMM-Olivera_DJR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ocas, J. y Saavedra, R. (2022). Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca-2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94262>
- Ospina, M., Chaves, S. y Jiménez, L. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista de investigación, desarrollo e innovación, 11(1), 185-196. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062020000200185

- Quiroz-Castillo, C. (2022). Influencia de la Aplicación de Aditivos Químicos en la Estabilización de Suelos Cohesivos para Uso como Subrasante Mejorada de Pavimentos en la Prolongación Avenida Perú de Cajamarca 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5152>
- Rojas-Gálvez, J. (2021). Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio, Cajamarca–2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85763>
- Rentería- Gutiérrez, E. (2021). Estabilización mediante aceite sulfonado en la carretera no pavimentada en Av. Tupac Amaru con Av. Cámara Real, Lima-2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92687>
- Rivera, F., Aguirre, M. de Gutiérrez, M. y Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos- Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). Informador técnico, 84(2), 202-226. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7590766>
- Rojas-Medina, M. (2019). Influencia de la aplicación del aditivo Con-Aid, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46701>
- Salinas, J. y Villao, R. (2019). Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante suelos expansivos, utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Digital Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5223/1/UPSE-TIC-2019-0018.pdf>
- Sánchez-Flores, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 13(1), 102-122. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ridu/v13n1/a08v13n1.pdf>

- Sepúlveda-Vásquez, M. (2021). Evaluación de aceites industriales usados para su uso en la síntesis de un estabilizante químico de suelos [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquía]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquía. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/24571>
- Tauta, C., Ortiz, J. y Antolínez, M. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, (24). <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/n24/n24a05.pdf>
- Vanegas, D; Restrepo, G. y Llano, E. (2020). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un suelo vial aditivo con productos químicos. *DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA*, 2020, 516. https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/344418690_Desarrollo_e_innovacion_en_Ingenieria_5/links/5f739925a6fdcc0086482363/Desarrollo-e-innovacion-en-Ingenieria-5.pdf#page=524
- Vílchez-Burga, A. (2019). Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén-Cajamarca, 2019 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48455>
- Villanueva-Santos, D. (2022). La adición del aceite residual automotriz mejora la estabilización de subrasante de la carretera afirmada Dv. Chirinos–Chirinos, Cajamarca, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Digital Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5572>

AGRADECIMIENTO

A dios por ser nuestro guía a lo largo de nuestra carrera profesional.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional mostrado en cada una de nuestras etapas de estudiante. Del mismo modo a nuestros hermanos por su motivación en cada momento compartido.

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecer a mi asesor de tesis por su apoyo y confianza en mi proyecto y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

Gracias a la Universidad Nacional de Jaén, por haberme permitido formarme en ella.

Agradezco a todos los docentes de la facultad de Ingeniería Civil, por haber compartido sus conocimientos con paciencia y motivación que han sido fundamentales para mí formación universitaria.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, a lo largo mi carrera profesional.

Agradezco a mis amigos y compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

DEDICATORIA

Principalmente a dios por haberme dado las fuerzas de continuar con nuestras metas trazadas. Asimismo, todo este esfuerzo esta dedicado a mis padres por ser los pilares mas importantes de nuestras vidas y por demostrarnos su apoyo incondicional desde siempre, por sus valiosos consejos y ánimos para seguir creciendo como persona y profesionalmente.

Omar Hernandez Perez

La presente tesis está dedicada principalmente a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres por su apoyo incondicional y desinteresado, por todo su amor y su cariño, por sus valores, por la motivación constante, por su ejemplo de perseverancia y constancia que los caracteriza. que gracias por sus consejos y palabras de aliento me han ayudado para ser de mí una mejor persona.

A mis hermanos por su compañía de estar siempre presentes en los momentos más importantes de mi vida.

Bricela Damaris Boñon Martinez

ANEXOS

ANEXO 1: Operacionalización de variables

	Variables	Dimensiones	Indicador	unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de información
Variable Independiente	Maxxseal 200 (M100)+ Aceite sulfonado (As)	Dosificación	0.0%M100+0.0% As	lt	Observación	ficha de recolección de datos
			0.5%M100+0.5% As	lt		
			1.0%M100+1.0% As	lt		
			1.5%M100+1.5% As	lt		
Variable dependiente	Subrasante arcillosa	CBR 0.1” al 95%	Ensayo de carga para los 12 golpes	%	Observación	ficha de ensayo de CBR
			Ensayo de carga para los 25 golpes	%		
			Ensayo de carga para los 56 golpes	%		

Nota. Elaboración propia



F&M

ESTUDIOS DE SUELOS

PROYECTO

01 "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"

MAYO DEL 2024

Solicitante:

- ❖ OMAR HERNÁNDEZ PÉREZ
- ❖ BRICELA DAMARIS BOÑÓN MARTÍNEZ

Ubicación del Proyecto:

JAÉN- JAÉN - CAJAMARCA



INDICE

1.	GENERALIDADES	2
1.1	OBJETIVO DEL ESTUDIO	2
1.2	OBJETIVO DEL PROYECTO	2
1.3	NORMATIVA VIGENTE	2
1.4	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
2.	PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN	3
2.1	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO CALICATAS	3
2.2	PROCESO DE INVESTIGACION EN CAMPO	4
2.3	IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS IN SITU	4
2.4	ENSAYOS DE LABORATORIO	4
3.4.1	ENSAYOS ESTANDAR	4
3.4.2	ENSAYOS ESPECIALES	5
3.	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	5
3.1	PLASTICIDAD	5
3.2	ÍNDICE DE GRUPO	5
3.3	RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	6
4.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE	7
4.1	PROCTOR MODIFICADO	7
4.2	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	8
5.	ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL SUELO	9
6.	CONCLUSIONES	9
7.	RECOMENDACIONES	10
8.	BIBLIOGRAFÍA	11
9.	PANEL FOTOGRÁFICO	12


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
 N°00146585
 Iso 9001:2015

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Informe Técnico de laboratorio: "F&M Engineering and Construction S.A.C", tiene como objetivo reportar e interpretar los resultados del estudio de mecánica de suelos del proyecto: "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023". Para tal efecto se ha desarrollado la presente investigación geotécnica, en la cual se complementan trabajos de campo, ensayos de laboratorio y cálculos de gabinete, a fin de establecer las características del subsuelo y el comportamiento del mismo.

1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Las fases de exploración, análisis de campo y ensayos de laboratorios efectuados, así como la aplicación de la Ingeniería Geotécnica han sido desarrolladas con el objetivo de establecer las características del subsuelo. Para ello se han realizado los trabajos de campo y laboratorio, teniendo en cuenta que el laboratorio solo se responsabilizará de los resultados de los ensayos mas no de la toma de muestras in situ, luego se han analizado e interpretado los resultados de los ensayos requeridos por el solicitante para determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del subsuelo que se tendrán en cuenta en la elaboración del diseño estructural del proyecto.

1.3 NORMATIVA VIGENTE

El siguiente Estudio de Mecánica de Suelos, fue desarrollado en conformidad a las normativas vigentes:

- A. Normas técnicas peruanas - NTP.
- B. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC.
- C. Reglamento Nacional de edificaciones.


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio, está ubicada entre el DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.



Fig. 3: Departamento de Cajamarca



Fig. 2: Provincia de Jaén



Fig. 1: Distrito de Jaén

2. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

2.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO CALICATAS

Este sistema de exploración permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo pues facilita la visualización de la estratigrafía del suelo in situ y la extracción de muestras con características y propiedades en estado natural.

La exploración del subsuelo se realizó mediante tres **(03) excavaciones** a cielo abierto o calicatas, previamente ubicadas, con un área de influencia que cubre estratégicamente el área de estudio.

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

2.2 PROCESO DE INVESTIGACION EN CAMPO

Esta etapa ha comprendido las siguientes actividades:

- A. El solicitante identificó previamente la ubicación de los puntos de exploración (calicatas), para que estratégicamente las calicatas abarquen un área de estudio adecuado.
- B. Se realizó la exploración del suelo de las calicatas, en un área de aproximadamente 1.00x1.50m. y a una profundidad mínima de 1.50 m., desde el nivel del terreno natural.
- C. Se extrajeron muestras representativas de los estratos identificados en las calicatas, en cantidad suficiente para la realización de los ensayos de laboratorio estándar y especiales. Asimismo, se identificaron las características físicas del suelo (color, textura, olor, entre otras).
- D. Las muestras se extrajeron mediante la utilización de herramientas manuales de extracción de suelo.

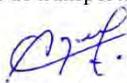
2.3 IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS IN SITU

Durante la exploración de las calicatas no se encontró presencia de nivel freático en las profundidades de 1.50m

2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

3.4.1 ENSAYOS ESTANDAR

- NTP339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339.132. Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 μ m).
- NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.134. Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS).
- NTP 339.135: Suelos. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

3.4.2 ENSAYOS ESPECIALES

- NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada 2700 KN-M/M3.
- NTP 339.145: Suelos. Método de ensayo de CBR, Relación de Soporte California, de suelos compactados en el laboratorio.

3. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros de campo mediante la técnica de exploración (NTP 339.150 Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual), estableciendo la siguiente conformación del subsuelo.

3.1 PLASTICIDAD

El nivel de plasticidad del suelo, se categoriza según la siguiente tabla, extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

Tabla 1: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

3.2 ÍNDICE DE GRUPO

El índice de grupo es calculado mediante la siguiente expresión:

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

Y permite categorizar el suelo según la siguiente tabla, extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Tabla 2: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE GRUPO

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG entre 4 a 9	Pobre
IG entre 2 a 4	Regular
IG entre 1 a 2	Bueno
IG entre 0 a 1	Muy Bueno

3.3 RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATAS	C-01	C-02	C-03
ESTRATOS	E-01	E-01	E-01
PROF.	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50
Humedad Natural %	19.7	18.3	18.5
Límite Líquido	37	39	44
Límite Plástico	15	13	16
Índice de Plasticidad	22	26	28
Índice de Grupo	10	12	15
% de Gravas	11	5	4
% de Arenas	29	30	23
% de Finos	61	65	73
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-6 (10)	A-6 (12)	A-7-6 (15)

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción


 MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 153285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
 N°00146585
 Iso 9001:2015

4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE

4.1 PROCTOR MODIFICADO

El material analizado presenta valores de los resultados del ensayo de Proctor modificado con el óptimo contenido (O.C.H) y la máxima densidad seca (M.D.S). obtenido para cada exploración. Según se indica:

- Subrasante: (Sin adición)

CALICATAS	ESTRATOS	M.D.S (gr/cm ³)	%O.C.H
C-01	E-1	1.99	10.22
C-02	E-1	1.94	11.13
C-03	E-1	1.88	12.36

- Subrasante: (C-03 con adición de Maxxseal 200+Aceite Sulfonado)

CALICATAS + % ADICIONES	ESTRATOS	M.D.S (gr/cm ³)	%O.C.H
C-03 + 0.50% de Maxxseal 200 + 0.50% de Aceite Sulfonado	E-1	2.03	12.62
C-03 + 1.00% de Maxxseal 200 + 1.00% de Aceite Sulfonado	E-1	1.94	11.58
C-03 + 1.50% de Maxxseal 200 + 1.50% de Aceite Sulfonado	E-1	1.84	10.44



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

4.2 RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

El CBR de diseño del proyecto se ha definido sobre la base de la sectorización de áreas debido a su capacidad de soporte de suelo de subrasante, según se indica en la tabla siguiente extraída del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC:

Tabla 3: CATEGORÍAS DE SUB RASANTE

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Se han utilizado valores de CBR obtenidos en el laboratorio, de muestras extraídas de las calicatas C-01, C-02 y C-03, según lo indicado en la Norma CE. 010 "Pavimentos Urbanos" del R.N.E y el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC. Los valores de CBR, obtenidos de ensayos de laboratorio, son los siguientes:

Calicata	Adición	Penetración (0.1")		Penetración (0.2")	
		100%	95%	100%	95%
C-01	0%	5.34%	4.44%	6.05%	4.92%
C-02	0%	4.25%	3.82%	4.62%	4.06%
C-03	0%	1.98%	1.65%	2.12%	1.75%
C-03+MAXXSEAL 200+ACEITE SULFONADO	0.50%	7.23%	5.94%	7.32%	6.07%
	1.00%	8.54%	7.66%	8.77%	7.85%
	1.50%	10.78%	9.65%	11.03%	9.82%

Se ha tomado como valor de CBR el referido al 95% y 100% de la Máxima Densidad Seca obtenida del ensayo de Proctor, para una penetración de carga de 0.1" y 0.2".


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

5. ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL SUELO

A continuación, se muestra el valor permisible del contenido de sales solubles totales en muestras de suelos:

Tabla 4: ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

COMPONENTE	P.P.M.	NIVEL DE AGRESIVIDAD	OBSERVACIONES
SALES SOLUBLES	>15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación del concreto.

Comité 318-83 ACI

- Experiencia existente

Los resultados del análisis efectuado a las muestras representativas de las calicatas, se tiene:

CALICATA	ESTRATO	P.P.M.	NIVEL DE AGRESIVIDAD
C-01	E-1	0	No Perjudicial
C-02	E-1	2000	No Perjudicial
C-03	E-1	4000	No Perjudicial

6. CONCLUSIONES

- El presente informe técnico corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos, del proyecto: "Comportamiento de una subrasante arcillosa estabilizada por la combinación de dos aditivos químicos Maxxseal 200 y Aceite Sulfonado - Jaén 2023".
- La investigación corresponde a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se presentan en el siguiente informe. Se realizó tres (03) calicatas o excavaciones a cielo abierto. La profundidad de excavación fue de 1.50 m. desde el nivel de suelo natural.


 MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152255



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
 N°00146585
 Iso 9001:2015

- En la siguiente tabla se indica el resumen de trabajos realizados en laboratorio para la clasificación de suelos.

CALICATAS	C-01	C-02	C-03
ESTRATOS	E-01	E-01	E-01
PROF.	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50	0.20 - 1.50
Nivel freático	-	-	-
Humedad Natural %	19.7	18.3	18.5
Límite Líquido	37	39	44
Límite Plástico	15	13	16
Índice de Plasticidad	22	26	28
SUCS	CL	CL	CL
AASHTO	A-6 (10)	A-6 (12)	A-7-6 (15)

- Del ensayo de CBR obtenemos que la calicata con menor capacidad portante es la calicata C-03.
- De las combinaciones del ensayo CBR obtenemos que la dosificación óptima es la calicata C-03 + 1.50% Maxxseal 200 + 1.50% Aceite Sulfonado.
- Del ensayo de Sales Solubles obtenemos resultados no perjudiciales para la cimentación.

7. RECOMENDACIONES

- En la compactación del suelo, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad obtenido en el ensayo de Proctor Modificado (AASHTO. T 180.). Además, se recomienda realizar ensayos de densidad de campo (AASHTO. T 191.), para verificar el grado de compactación recomendándose un valor mínimo del 95% de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor modificado, realizado en laboratorio.
- Las bajas concentraciones de sales solubles totales no causaran ningún efecto destructivo en los componentes de la cimentación, por lo tanto se recomienda utilizar cemento Portland Tipo I.



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA

 INGENIERO CIVIL

 Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -

 Sector Pueblo Libre - Jaén -

 Cajamarca-Perú



941915761

 949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584

 N°00146585

 Iso 9001:2015

- Si en la zona del proyecto, se notara la presencia de filtraciones superficiales debido a lluvias, aniegos, fugas, entre otros; a la profundidad de excavación con respecto a la superficie natural del terreno, se recomienda diseñar un sistema de drenaje superficial para poder evacuar el agua de filtración y facilitar el proceso constructivo y la funcionalidad del terreno.
- Todos los materiales a emplear deberán cumplir los requerimientos establecidos por la NTE CE. 010 Pavimentos Urbanos. Los materiales que no cumplan estos requisitos y sus tolerancias, serán rechazados y restituidos.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para la zona investigada, no siendo válida para otras zonas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualizado, concordado, normas complementarias. Lima 2018, Cámara Peruana de la Construcción.
- Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.
- Normas Técnicas Peruanas -NTP
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: “Mecánica de Suelos” Tomo I.


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

9. PANEL FOTOGRÁFICO



Fig. 4: Punto de exploración – Extracción de muestras Calicata - C-01



Fig. 5: Punto de exploración – Extracción de muestras - Calicata C-02



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015



Fig. 6: Punto de exploración - Extracción de muestras - Calicata C-03



Fig. 7: Cuarteo de muestra - Calicata C-01

Mineyer Hernández Arca
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015



Fig. 8: Cuarteo de muestra – Calicata C-02



Fig. 9: Cuarteo de muestra – Calicata C-03


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015


ANEXOS
F&M

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS
 MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela Damaris Boñon Martínez **MUESTREADO POR** : AJSG
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **ENSAYADO POR** : ODLLC
F. DE INICIO DE ENSAYO 22/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO** 25/04/2024

INFORME DE ENSAYOS

NTP 339.128.SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico (2019)
 NTP 339.129.SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo (2019)
 NTP 339.127.SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)

Calicata: C-01		Muestra: E - 01		Profundidad: 0.20 - 1.50m			
Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa	Límite Líquido (LL)	37		
3"	75.000	0 %	100 %	Límite Plástico (LP)	15		
2"	50.000	0 %	100 %	Índice Plástico (IP)	22		
1 1/2"	37.500	0 %	100 %				
1"	25.000	3 %	97 %				
3/4"	19.000	7 %	93 %				
1/2"	12.500	8 %	92 %				
3/8"	9.500	9 %	91 %				
1/4"	6.300	10 %	90 %				
Nº 4	4.750	11 %	89 %				
Nº 10	2.000	14 %	86 %				
Nº 20	0.850	19 %	81 %				
Nº 40	0.425	25 %	75 %				
Nº 60	0.250	28 %	72 %				
Nº 140	0.106	34 %	67 %				
Nº 200	0.075	39 %	61 %				
Distribución granulométrica						Clasificación (S.U.C.S.)	
% Grava	G.G. %	7 %	11 %			CL	
	G.F. %	4 %		Arcilla arenosa de baja plasticidad Clasificación (AASHTO) A-6 (10)			
	A.G. %	4 %					
% Arena	A.M. %	11 %	MALO				
	A.F. %	15 %					
% Arcilla y Limo		61 %	61 %	MALO			
Total		100 %	100 %				
Contenido de Humedad (%)			19,7 %				

Observaciones:
 *Muestreo realizado, por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:
 *NTP 339.134- SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (2019)
 *NTP 339.135- SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca - Perú



941915761
 949327495



fmengineeringac@gmail.com



Nº00146584
 Nº00146585
 Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS
MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela damaris Boñon Martínez
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA
F. DE INICIO DE ENSAYO 22/04/2024
MUESTREADO POR : AJSG
ENSAYADO POR : ODLLC
F.DE TERMINO DE ENSAYO 25/04/2024

INFORME DE ENSAYOS

NTP 339.128.SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico (2019)
NTP 339.129.SUELOS.Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo (2019)
NTP 339.127.SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)

Calicata: C-02		Muestra: E - 01		Profundidad: 0.20 - 1.50m	
Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa	Límite Líquido (LL)	39
3"	75.000	0 %	100 %	Límite Plástico (LP)	13
2"	50.000	0 %	100 %	Índice Plástico (IP)	26
1 1/2"	37.500	0 %	100 %		
1"	25.000	0 %	100 %		
3/4"	19.000	2 %	98 %		
1/2"	12.500	3 %	97 %		
3/8"	9.500	3 %	97 %		
1/4"	6.300	4 %	96 %		
Nº 4	4.750	5 %	96 %		
Nº 10	2.000	7 %	93 %		
Nº 20	0.850	11 %	89 %		
Nº 40	0.425	19 %	81 %		
Nº 60	0.250	23 %	77 %		
Nº 140	0.106	29 %	71 %		
Nº 200	0.075	35 %	65 %		
Distribución granulométrica				CURVA DE FLUIDEZ	
% Grava	G.G. %	2 %	5 %		
	G.F. %	3 %		Clasificación (S.U.C.S.) CL	
	A.G. %	2 %		Descripción del suelo	
% Arena	A.M. %	12 %	30 %	Arcilla arenosa de baja plasticidad	
	A.F. %	16 %		Clasificación (AASHTO) A-6 (12)	
% Arcilla y Limo		65 %	65 %	Descripción MALO	
Total				100 %	
Contenido de Humedad (%)				18,3 %	
CURVA GRANULOMETRICA					

Observaciones:
*Muestreo realizado, por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:
*NTP 339.134- SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificada de clasificación de suelos, SUCS) (2019)
*NTP 339.135- SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmengineeringnc@gmail.com

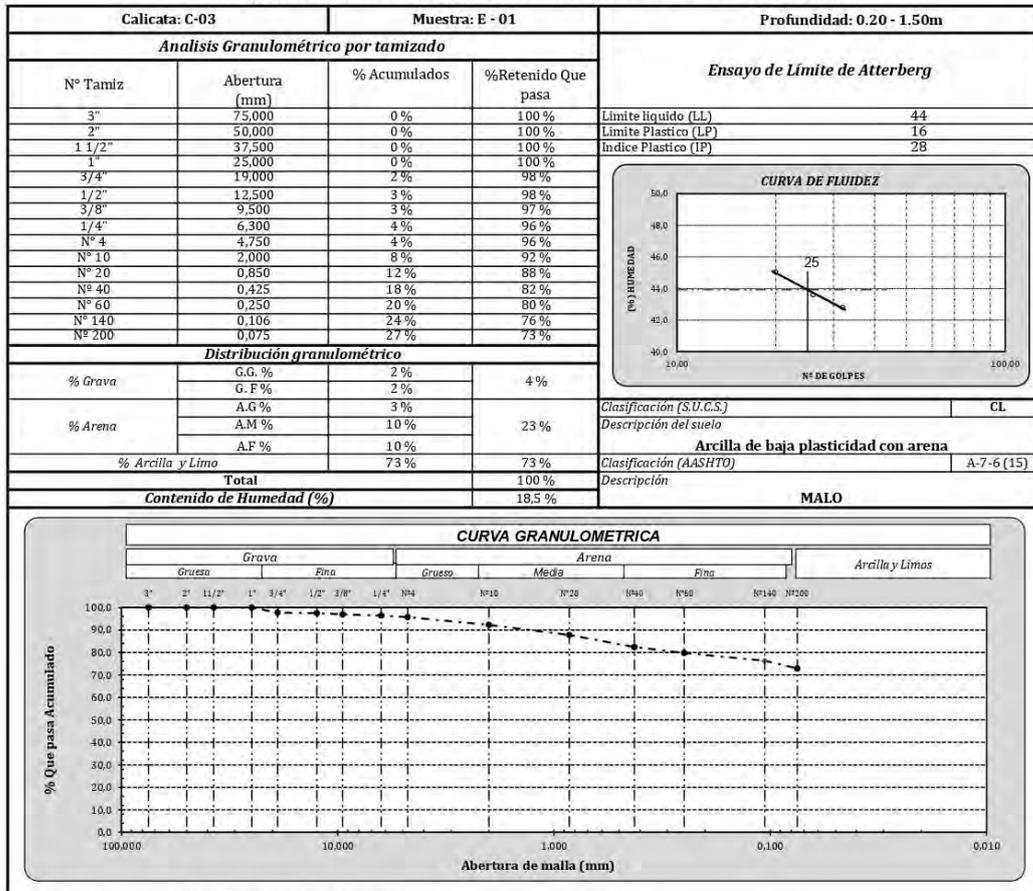


Nº 00146584
Nº 00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS
MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela damaris Boñon Martínez
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA
F. DE INICIO DE ENSAYO 22/04/2024
MUESTREADO POR : AJSG
ENSAYADO POR : ODLLC
F. DE TERMINO DE ENSAYO 25/04/2024

INFORME DE ENSAYOS

NTP 339.128.SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico (2019)
NTP 339.129.SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo (2019)
NTP 339.127.SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)



Observaciones:
*Muestreo realizado, por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:
*NTP 339.134- SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (2019)
*NTP 339.135- SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 182285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca - Perú



941915761
949327495



fmengineeringnc@gmail.com



Nº 00146584
Nº 00146585
Iso 9001:2015

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"

UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA

SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela damaris Boñon Martínez

CANTERA : NO APLICA

FECHA DE EXCAVACIÓN : 22/03/2024 **MUESTREADO POR** : AJSG

FECHA DE MUESTREO : 22/03/2024 **NIVEL FREÁTICO** : NO PRESENTA

INFORME DE ENSAYO :

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA

CALICATA:		C-01	PROGRESIVA:					km 0+050
PROFUNDIDAD	ESTRATO		HUMEDAD	L.Líquido	L.Plástico	I.Plasticidad	Descripción visual (IN-SITU)	
0.1	0.20m						Terreno Natural	
0.2								
0.3	1.30m	E-01	19.7%	37	15	22	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema, Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (10), suelo fino de color negro, con un contenido de humedad medio y presencia de límites al tacto.	
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								



NOTA: N.P.=No presenta
 Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.

[Signature]
 MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA
CANTERA : NO APLICA
SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela Damaris Boñon Martínez
F. DE INICIO DE ENSAYO : 22/04/2024
MUESTREADO POR : AJSJG
ENSAYADO POR : ODLLC
F.DE TERMINO DE ENSAYO : 27/04/2024

INFORME DE ENSAYO :

SUELO.MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN EL SUELOS Y AGUA SUBTERRÉNEA
NTP 339-152 (2019)

CALICATA	C-02	Estrato	E-01	Profundidad	:	0.20-1.50m
		Estrato		Profundidad	:	-
		Estrato		Profundidad	:	-
		Estrato		Profundidad	:	-

Datos de Ensayo		Cantidad de sales solubles			
1.-	Relacion de la mezcla suelo - agua destilada	5			
2.-	Numero de beaker	M-1			
3.-	Masa de beaker	g.	125,74		
4.-	Masa de beaker + residuo de sales	g.	125,76		
5.-	Masa de residuos de sales	g.	0,02		
6.-	Volumen de la solución tomada	ml.	50,00		
7.-	Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	2 000		
8.-	Constituyentes de sales solubles totales en masa seca	%	0,20		

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} \cdot 10^6$$

.....Ecuación 1

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)

(m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)

D=Relación de la mezcla suelo:agua

E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml

Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.

*Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo ,calibración o muestreo

*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)


MINEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA
CANTERA : NO APLICA
SOLICITANTE : Omar Hernandez Perez - Bricela Damaris Boñon Martínez
F. DE INICIO DE ENSAYO : 22/04/2024
MUESTREADO POR : AJSJG
ENSAYADO POR : ODLLC
F.DE TERMINO DE ENSAYO : 27/04/2024

INFORME DE ENSAYO :

SUELO.MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN EL SUELO Y AGUA SUBTERRÉNEA
NTP 339-152 (2019)

CALICATA	C-03	Estrato	E-01	Profundidad	:	0.20-1.50m
		Estrato		Profundidad	:	-
		Estrato		Profundidad	:	-
		Estrato		Profundidad	:	-

Datos de Ensayo		Cantidad de sales solubles			
1.-	Relacion de la mezcla suelo - agua destilada	5			
2.-	Numero de beaker	M-1			
3.-	Masa de beaker	g.	125,74		
4.-	Masa de beaker + residuo de sales	g.	125,78		
5.-	Masa de residuos de sales	g.	0,04		
6.-	Volumen de la solución tomada	ml.	50,00		
7.-	Constituyentes de sales solubles totales	ppm.	4 000		
8.-	Constituyentes de sales solubles totales en masa seca	%	0,40		

EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \cdot D}{E} \cdot 10^6$$

.....Ecuación 1

Donde:

SS= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)

(m2-m1)= Total de sales solubles ,en ppm (mg/kg)

D=Relación de la mezcla suelo:agua

E=volumen de extracto acuos evaporado ,ml

Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.

*Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo ,calibración o muestreo

*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)


MINEVER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR DE CALICATAS SIN ADICIÓN

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO** : NO APLICA
CANTERA : NO APLICA **MUESTREO POR** : AJSJ
SOLICITANTE : OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MAR **ENSAYADO POR** : AJSJ
F. DE INICIO DE ENSAYO : 26/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO** 26/04/2024

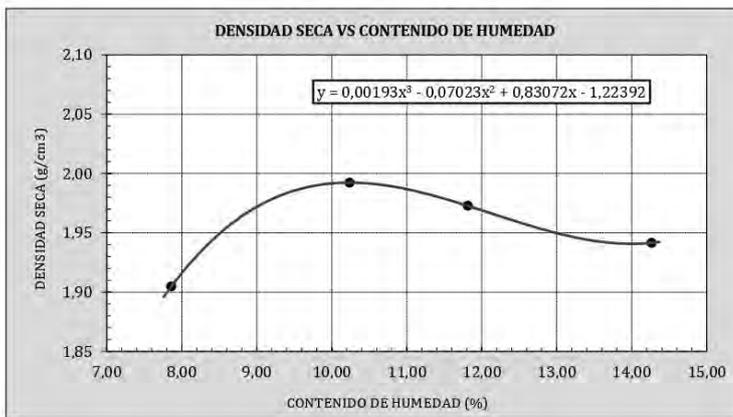
INFORME DE ENSAYO:

Suelo. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kn-m/m³ (56 000 pie-lbf/ pie³))
 NTP 339.141 (2019)

MUESTRA: C-1 **ESTRATO:** E-1 **PROGRESIVA:** km 0+050

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945,24	945,24	945,24	945,24
Masa del molde	g	4413	4413	4413	4413
Masa de la muestra compactada + molde	g	6 355,00	6 489,00	6 498,00	6 510,00
Masa de tara + suelo humedo	g	115,94	95,29	122,83	131,30
Masa de tara + suelo seco	g	108,42	87,69	111,24	116,46
Nº de tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Masa de tara	g	12,77	13,47	13,15	12,44

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	2,055	2,196	2,206	2,218
Masa del agua	g	7,5	7,6	11,6	14,8
Masa de suelo seco	g	95,65	74,2	98,09	104,02
Contenido de humedad	%	7,9	10,2	11,8	14,3
Densidad seca	g/cm ³	1,90	1,99	1,97	1,94



RESULTADOS
M.D.S (g/cm ³)
1,99
O.C.H (%)
10,22

[Firma]
 MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fingenieringsac@gmail.com



Nº00146584
 Nº00146585
 Iso 9001:2015

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUIMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO:** :NO APLICA
CANTERA: NO APLICA **MUESTREO POR:** :AJSJG
SOLICITANTE: OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYADO POR:** :AJSJG
F. DE INICIO DE ENSAYO: 29/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO:** : 04/05/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-1	ESTRATO: E-1	PROGRESIVA:	km 0+050													
1. DATOS:																	
1.1 N° de molde	-	1	2	3													
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.21	15.26	11.66													
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.61	11.64	15.23													
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 620	8 253	7 183													
1.5 N° de capas	-	5	5	5													
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10													
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada												
1.8 Masa de molde (incluye base)+Masa húmedo	g	13 148	13 269	12 443	12 502	9 922	10 044										
2. CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:																	
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06										
2.2 Masa de tara	g	13.28	10.43	12.09	12.47	12.82	12.54										
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	101.53	128.16	97.66	141.30	89.63	124.63										
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	92.85	111.61	89.80	121.92	81.83	106.57										
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	8.68	16.55	7.86	19.38	7.80	18.06										
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	79.57	101.18	77.71	109.45	69.01	94.03										
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	10.9	16.4	10.1	17.7	11.3	19.2										
3. RESULTADOS:																	
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.17	28.33	16.56													
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 109.60	2 128.22	1 626.49													
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4 529	4 649	4 190	4 249	2 739	2 861										
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.15	2.20	1.97	2.00	1.68	1.76										
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1.94	1.89	1.79	1.70	1.51	1.48										
4. EXPANSION																	
MOLDE		1			2			3									
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)						
29-Abr	01:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-						
30-Abr	01:00:00 p. m.	24	0.022	0.559	0.48%	0.051	1.295	1.11%	0.077	1.963	1.29%						
01-May	01:00:00 p. m.	48	0.033	0.838	0.72%	0.059	1.499	1.29%	0.081	2.052	1.35%						
02-May	01:00:00 p. m.	72	0.037	0.940	0.81%	0.065	1.651	1.42%	0.082	2.083	1.37%						
03-May	01:00:00 p. m.	96	0.041	1.041	0.90%	0.070	1.778	1.53%	0.083	2.108	1.39%						
5. PENETRACION																	
MOLDE		1			2			3									
PENETRACION		CARGA			CARGA			CARGA									
pulgadas	mm	carrouse (lb/pulg ²)	Lectura lb	lb/pulg ²	Correc	%	Lectura lb	lb/pulg ²	Correc	%	Lectura lb	lb/pulg ²	Correc	%			
0.000			0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0				
0.025	0.64		18.8	41.4	13.8		15.0	33.2	11.1		11.3	24.9	8.3				
0.050	1.27		40.6	89.5	29.8		32.5	71.6	23.9		24.4	53.7	17.9				
0.075	1.91		58.8	129.6	43.2		47.0	103.7	34.6		35.3	77.8	25.9				
0.100	2.54	1000	77.0	169.8	56.6	50.7	5.1	61.6	135.8	45.3	40.5	4.1	46.2	101.9	34.0	30.4	3.0
0.125	3.18		84.9	187.2	62.4			67.9	149.7	49.9			50.9	112.3	37.4		
0.150	3.81		91.2	201.1	67.0			73.0	160.8	53.6			54.7	120.6	40.2		
0.175	4.45		103.4	228.0	76.0			82.7	182.4	60.8			62.0	136.8	45.6		
0.200	5.08	1500	114.7	252.9	84.3	84.3	5.6	91.8	202.3	67.4	67.4	4.5	68.8	151.7	50.6	50.6	3.4
0.300	7.62		144.4	318.3	106.1			115.5	254.7	84.9			86.6	191.0	63.7		
0.400	10.16		171.1	377.2	125.7			136.9	301.8	100.6			102.7	226.3	75.4		
0.500	12.70		190.1	419.1	139.7			152.1	335.3	111.8			114.1	251.5	83.8		

Observaciones: *Muestreo realizada por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo.
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Normativa de referencia: *NTP 339-127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
 *NTP 339-141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700krc/m³)(56 000 pie-lbf/ptic³) (2019)

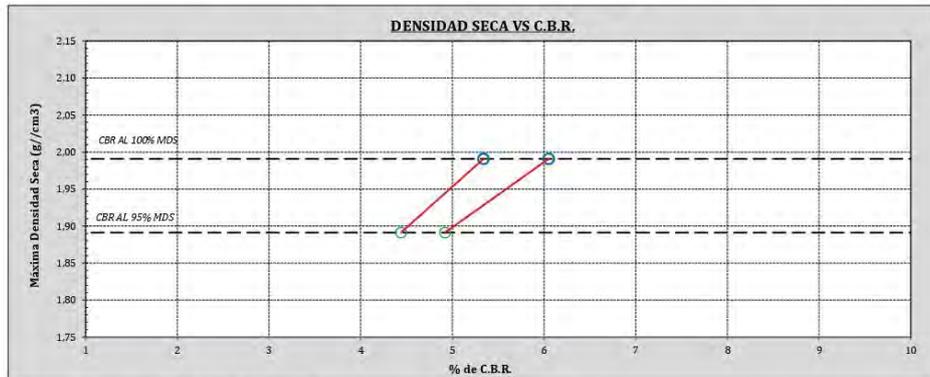
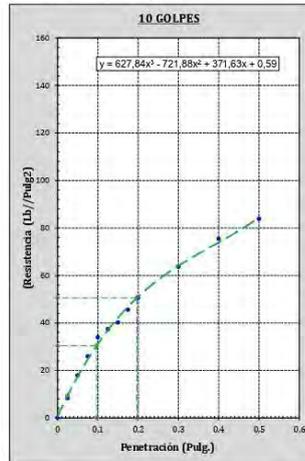
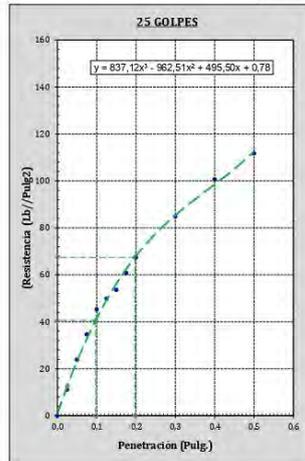
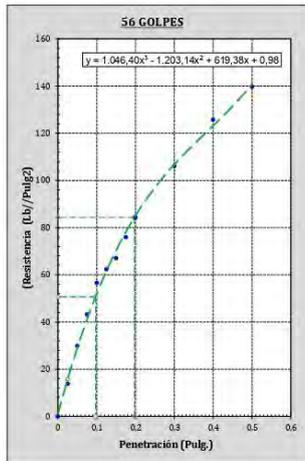
OMAR HERNÁNDEZ PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.22
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.99
95% MDS (g/cm ³)	1.89

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5.34
CBR al 95% de MDS (%)	4.44
CBR al 100%: 0.2"	6.05
CBR al 95% de MDS (%)	4.92



Observaciones: *Muestreo realizado por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
*NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700m³/m³[56.000 pie³/pies³]) (2019)

[Signature]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO** : NO APLICA
CANTERA : NO APLICA **MUESTREO POR** : AJSJG
SOLICITANTE : OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MAR **ENSAYADO POR** : AJSJG
F. DE INICIO DE ENSAYO : 26/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO** : 26/04/2024

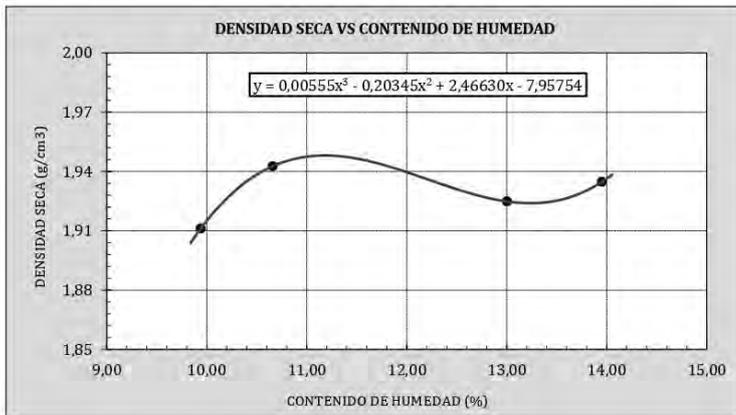
INFORME DE ENSAYO:

Suelo. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kn-m/m³ (56 000 pie-lbf/ pie³))
 NTP 339.141 (2019)

MUESTRA: C-2 **ESTRATO:** E-1 **PROGRESIVA:** km 0+150

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945,24	945,24	945,24	945,24
Masa del molde	g	4413	4413	4413	4413
Masa de la muestra compactada + molde	g	6 399,00	6 445,00	6 469,00	6 497,00
Masa de tara + suelo humedo	g	117,22	103,36	107,97	137,12
Masa de tara + suelo seco	g	107,81	94,45	96,94	121,86
Nº de tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Masa de tara	g	13,14	10,86	12,11	12,49

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	2,101	2,150	2,175	2,205
Masa del agua	g	9,4	8,9	11,0	15,3
Masa de suelo seco	g	94,67	83,6	84,83	109,37
Contenido de humedad	%	9,9	10,7	13,0	14,0
Densidad seca	g/cm ³	1,91	1,94	1,92	1,93



RESULTADOS
M.D.S (g/cm ³)
1,94
O.C.H (%)
11,13

[Firma]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmineeringsac@gmail.com



Nº00146584
 Nº00146585
 Iso 9001:2015

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUIMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO:** :NO APLICA
CANTERA: NO APLICA **MUESTREO POR:** :AJSJ
SOLICITANTE: OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYO POR:** :AJSJ
F. DE INICIO DE ENSAYO: 29/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO:** 04/05/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-2	ESTRATO: E-1	PROGRESIVA:	km 0+150								
1. DATOS:												
1.1 N° de molde	-	1	2	3								
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.26	15.21	15.23								
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.66	11.66	11.64								
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 451	8 598	8 543								
1.5 N° de capas	-	5	5	5								
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10								
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar Mojada	S/Mojar Mojada	S/Mojar Mojada								
1.8 Masa de molde (incluye base)+Masa húmedo	g	12 509	12 558	12 427	12 500	11 917	12 045					
2. CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:												
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06					
2.2 Masa de tara	g	10.33	10.31	13.25	12.47	10.69	10.37					
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	129.05	124.84	120.85	141.30	128.67	122.93					
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	116.92	108.58	109.98	121.92	116.65	105.35					
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.13	16.26	10.87	19.38	12.02	17.58					
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	106.59	98.27	96.73	109.45	105.96	94.98					
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	11.4	16.6	11.2	17.7	11.3	18.5					
3. RESULTADOS:												
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.35	28.15	28.25								
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 132.54	2 116.85	2 121.36								
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4 058	4 107	3 829	3 902	3 374	3 502					
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	1.90	1.93	1.81	1.84	1.59	1.65					
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1.71	1.65	1.63	1.57	1.43	1.39					
4. EXPANSION												
MOLDE		1			2			3				
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg.	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg.	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg.	Expansión (mm)	(%)	
29-Abr	01:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
30-Abr	01:00:00 p. m.	24	0.032	0.813	0.70%	0.061	1.549	1.33%	0.077	1.963	1.69%	
01-May	01:00:00 p. m.	48	0.043	1.092	0.94%	0.069	1.753	1.50%	0.081	2.052	1.76%	
02-May	01:00:00 p. m.	72	0.047	1.194	1.02%	0.075	1.905	1.63%	0.082	2.083	1.79%	
03-May	01:00:00 p. m.	96	0.051	1.295	1.11%	0.080	2.032	1.74%	0.083	2.108	1.81%	
5. PENETRACION												
MOLDE		1			2			3				
PENETRACION		CARGA			CARGA			CARGA				
pulgadas	mm	centrose	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		7.9	17.5	5.8			7.1	15.7	5.2		
0.050	1.27		25.1	55.3	18.4			22.6	49.7	16.6		
0.075	1.91		38.4	84.7	28.2			34.6	76.2	25.4		
0.100	2.54	1000	52.4	115.6	38.5	33.9	3.4	47.2	104.0	34.7	30.5	3.1
0.125	3.18		55.5	117.9	39.3			48.1	106.1	35.4		
0.150	3.81		58.1	128.0	42.7			52.3	115.2	38.4		
0.175	4.45		65.1	143.5	47.8			58.6	129.1	43.0		
0.200	5.08	1500	75.0	165.3	55.1	54.1	3.6	67.5	148.8	49.6	48.7	3.2
0.300	7.62		87.3	192.4	64.1			78.6	173.2	57.7		
0.400	10.16		99.8	220.1	73.4			89.8	198.1	66.0		
0.500	12.70		106.8	235.5	78.5			96.2	212.0	70.7		

Observaciones: *Muestreo realizada por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo.
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Normativa de referencia: *NTP 339-127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
 *NTP 339-141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700krc/m³)(56 000 pie-lbf/pt³) (2019)

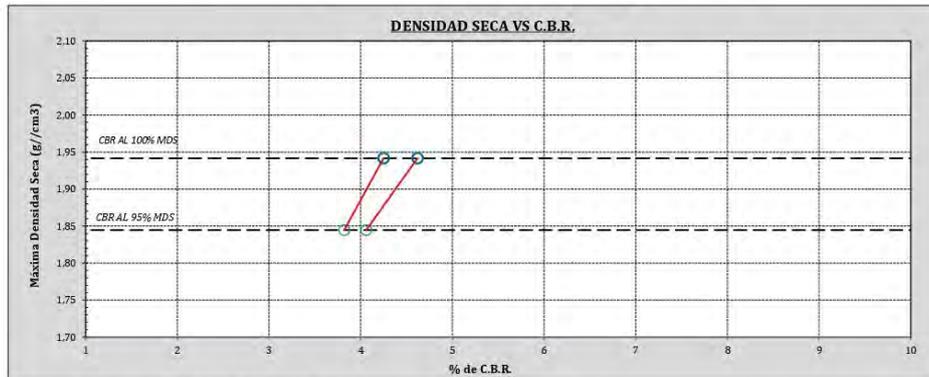
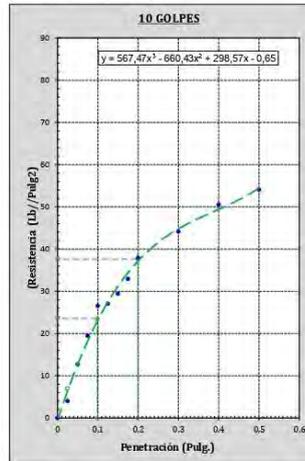
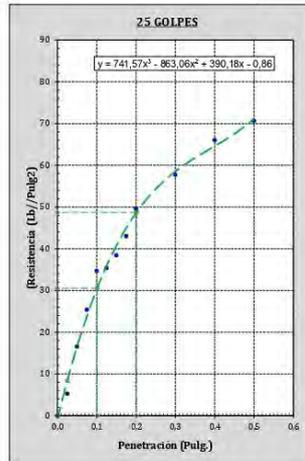
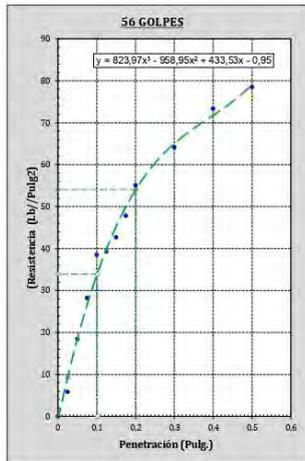
M. H. Arca
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	11.13
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.94
95% MDS (g/cm ³)	1.84

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	4.25
CBR al 95% de MDS (%)	3.82
CBR al 100%: 0.2"	4.62
CBR al 95% de MDS (%)	4.06



Observaciones:

*Muestreo realizado por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:

*NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
*NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700m·m/m³[56 000 pie·lbj/pies³]) (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C. I. P. 152285

PROYECTO : "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO** : NO APLICA
CANTERA : NO APLICA **MUESTREO POR** : AJSJ
SOLICITANTE : OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MAR **ENSAYADO POR** : AJSJ
F. DE INICIO DE ENSAYO : 26/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO** : 26/04/2024

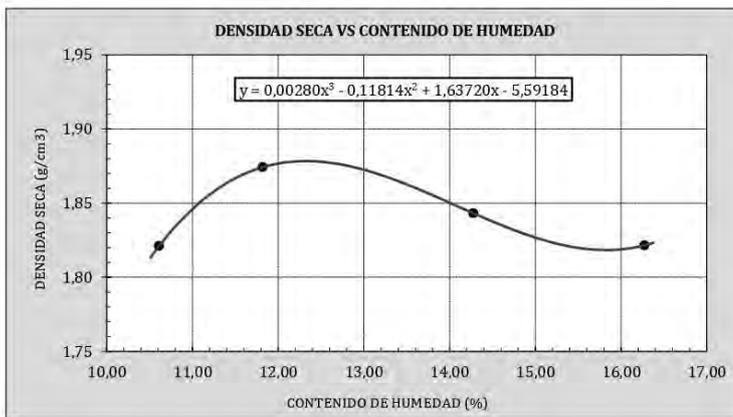
INFORME DE ENSAYO:

Suelo. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kn-m/m³ (56 000 pie-lbf/ pie³))
 NTP 339.141 (2019)

MUESTRA: C-3 **ESTRATO:** E-1 **PROGRESIVA:** km 0+250

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945,24	945,24	945,24	945,24
Masa del molde	g	4413	4413	4413	4413
Masa de la muestra compactada + molde	g	6 317,00	6 394,00	6 404,00	6 415,00
Masa de tara + suelo humedo	g	99,25	82,82	129,00	126,07
Masa de tara + suelo seco	g	91,00	75,39	114,44	109,87
Nº de tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Masa de tara	g	13,25	12,53	12,46	10,32

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	2,014	2,096	2,106	2,118
Masa del agua	g	8,3	7,4	14,6	16,2
Masa de suelo seco	g	77,75	62,9	101,98	99,55
Contenido de humedad	%	10,6	11,8	14,3	16,3
Densidad seca	g/cm ³	1,82	1,87	1,84	1,82



RESULTADOS
M.D.S (g/cm ³)
1,88
O.C.H (%)
12,36

[Firma]
MINEVER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

Observaciones: *Muestreo realizado, por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmgineeringsac@gmail.com



Nº00146584
 Nº00146585
 Iso 9001:2015

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUIMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"

UBICACIÓN: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO:** NO APLICA

CANTERA: NO APLICA **MUESTREO POR:** AJSJG

SOLICITANTE: OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYADO POR:** AJSJG

F. DE INICIO DE ENSAYO: 29/04/2024 **F. DE TÉRMINO DE ENSAYO:** 04/05/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-3	ESTRATO:	E-1	PROGRESIVA:	km 0+250							
1. DATOS:												
1.1 N° de molde	-	1		2	3							
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.24		15.25	15.21							
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.64		11.61	11.65							
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 432		8 604	8 250							
1.5 N° de capas	-	5		5	5							
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25	10							
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada							
1.8 Masa de molde (incluye base) + Masa húmedo	g	12 895	12 908	12 851	13 011	12 285	12 821					
2. CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:												
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06					
2.2 Masa de tara	g	10.38	12.52	12.55	10.69	12.45	13.25					
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	132.97	130.68	115.49	150.73	109.17	153.58					
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	118.95	112.03	104.12	127.45	98.40	129.40					
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	14.02	18.65	11.37	23.28	10.77	24.18					
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	108.57	99.51	91.57	116.76	85.95	116.15					
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.9	18.7	12.4	19.9	12.5	20.8					
3. RESULTADOS:												
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.27		28.31		28.16						
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 123.31		2 120.61		2 116.77						
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4 463	4 476	4 247	4 407	4 035	4 571					
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.10	2.11	2.00	2.08	1.91	2.16					
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1.86	1.78	1.78	1.73	1.69	1.79					
4. EXPANSIÓN												
MOLDE		1			2			3				
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		
29-Abr	01:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
30-Abr	01:00:00 p. m.	24	0.086	2.184	1.88%	0.098	2.484	2.14%	0.120	3.035	2.61%	
01-May	01:00:00 p. m.	48	0.105	2.662	2.29%	0.114	2.893	2.49%	0.125	3.167	2.72%	
02-May	01:00:00 p. m.	72	0.118	3.002	2.58%	0.123	3.124	2.69%	0.129	3.277	2.81%	
03-May	01:00:00 p. m.	96	0.119	3.025	2.60%	0.127	3.221	2.77%	0.131	3.322	2.85%	
5. PENETRACIÓN												
MOLDE		1			2			3				
PENETRACIÓN		CARGA			CARGA			CARGA				
pulgadas	mm	centrose	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		4.5	9.9	3.3			3.8	8.4	2.8		
0.050	1.27		14.2	31.2	10.4			12.0	26.6	8.9		
0.075	1.91		21.7	47.9	16.0			18.5	40.7	13.6		
0.100	2.54	1000	29.6	65.3	21.8	19.2	1.9	25.2	55.5	18.5	16.3	1.6
0.125	3.18		30.2	66.6	22.2			25.7	56.6	18.9		
0.150	3.81		32.8	72.4	24.1			27.9	61.5	20.5		
0.175	4.45		36.8	81.1	27.0			31.3	68.9	23.0		
0.200	5.08	1500	42.4	93.4	31.1	30.6	2.0	36.0	79.4	26.5	26.0	1.7
0.300	7.62		49.3	108.8	36.3			41.9	92.5	30.8		
0.400	10.16		56.4	124.4	41.5			48.0	105.7	35.2		
0.500	12.70		60.4	133.1	44.4			51.3	113.2	37.7		

Observaciones: *Muestreo realizada por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia: *NTP 339-127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
 *NTP 339-141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kr-m/m³(56 000 pie-lbf/pts³)) (2019)

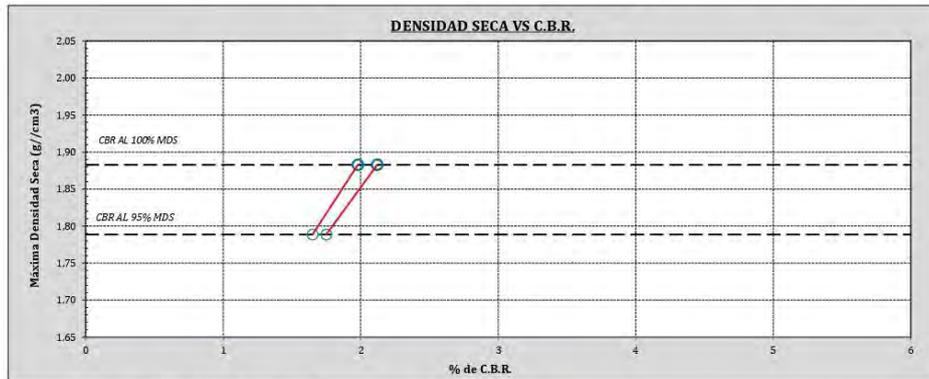
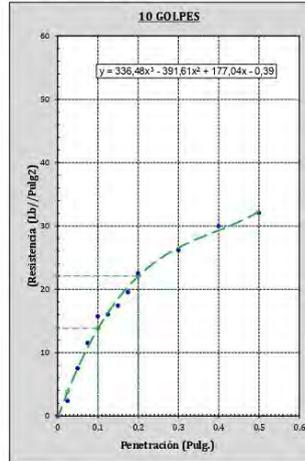
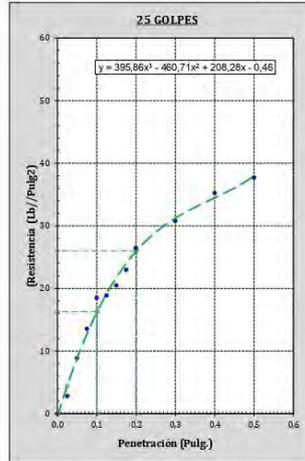
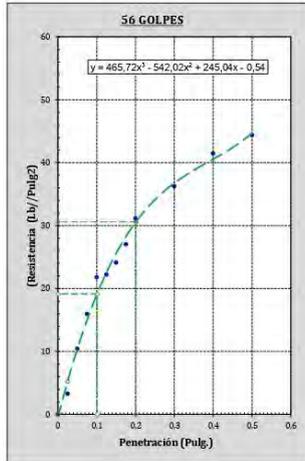
[Firma]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.36
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.88
95% MDS (g/cm ³)	1.79

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	1.98
CBR al 95% de MDS (%)	1.65
CBR al 100%: 0.2"	2.12
CBR al 95% de MDS (%)	1.75



Observaciones:

*Muestreo realizado por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:

*NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
*NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700m³/m³(56 000 pie³/pies³)) (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C. I. P. 152285

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR DE C-03 + 0.50% DE MAXXSEAL 200 + 0.50% DE ACEITE SULFONADO

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACION DE DOS ADITIVOS QUIMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO:** :NO APLICA
CANTERA: NO APLICA **MUESTREO POR:** :AJSJG
SOLICITANTE: OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYO POR:** :AJSJG
F. DE INICIO DE ENSAYO: 06/04/2024 **F. DE TERMINO DE ENSAYO:** : 11/04/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-3 + 0.50%M + 0.50%AS	ESTRATO:	E-1	PROGRESIVA:	km 0+250						
1. DATOS:											
1.1 N° de molde	-	1	2	3							
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.23	15.20	15.23							
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.65	11.66	11.63							
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 451	8 249	8 604							
1.5 N° de capas	-	5	5	5							
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10							
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada						
1.8 Masa de molde (incluye base) + Masa húmedo	g	12 940	13 054	12 491	12 621	12 391	12 644				
2. CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:											
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06				
2.2 Masa de tara	g	12.10	13.17	12.10	11.17	11.39	12.48				
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	94.14	150.45	116.79	141.08	113.20	140.07				
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	84.07	126.71	104.13	118.39	100.49	116.86				
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	10.07	23.74	12.66	22.69	12.71	23.21				
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	71.97	113.54	92.03	107.22	89.10	104.38				
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.0	20.9	13.8	21.2	14.3	22.2				
3. RESULTADOS:											
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.24	28.13	28.23							
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 121.99	2 115.18	2 118.05							
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4 489	4 603	4 242	4 372	3 787	4 040				
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.12	2.17	2.01	2.07	1.79	1.91				
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	1.86	1.79	1.76	1.71	1.57	1.56				
4. EXPANSION											
MOLDE		1		2		3					
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	DIAL pulg	Expansión (mm)	DIAL pulg	Expansión (mm)			
06-Abr	12:00:00 p. m.	0	0.000	-	0.000	-	0.000	-			
07-Abr	12:00:00 p. m.	24	0.071	1.803	0.072	1.836	0.139	3.541			
08-Abr	12:00:00 p. m.	48	0.109	2.769	0.117	2.959	0.163	4.140			
09-Abr	12:00:00 p. m.	72	0.135	3.429	0.136	3.452	0.168	4.275			
10-Abr	12:00:00 p. m.	96	0.155	3.937	0.156	3.962	0.176	4.470			
MOLDE		1		2		3					
PENETRACION		CARGA		CARGA		CARGA					
pulgadas	mm	lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc	%
0.000		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64	15.2	33.5	11.2			12.2	26.9	9.0		
0.050	1.27	49.1	108.2	36.1			37.4	82.5	27.5		
0.075	1.91	79.4	175.1	58.4			61.2	134.9	45.0		
0.100	2.54	1000	98.1	216.3	72.1	69.3	6.9	78.4	172.8	57.6	56.9
0.125	3.18		109.8	242.0	80.7			90.8	200.2	66.7	
0.150	3.81		121.4	267.7	89.2			101.4	223.5	74.5	
0.175	4.45		130.0	286.6	95.5			108.2	238.5	79.5	
0.200	5.08	1500	138.2	304.6	101.5	104.5	7.0	114.6	252.6	84.2	87.2
0.300	7.62		162.1	357.5	119.2			140.0	308.6	102.9	
0.400	10.16		179.1	394.8	131.6			154.2	340.0	113.3	
0.500	12.70		203.3	448.2	149.4			183.2	403.9	134.6	

Observaciones:
 *Muestreo realizada por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo.
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Normativa de referencia:
 *NTP 339-127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
 *NTP 339-141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kcr/m³(56 000 pie-lbf/psf)) (2019)

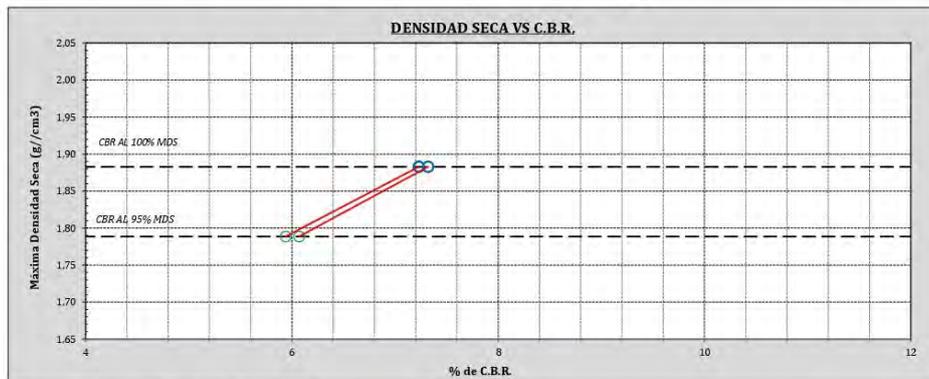
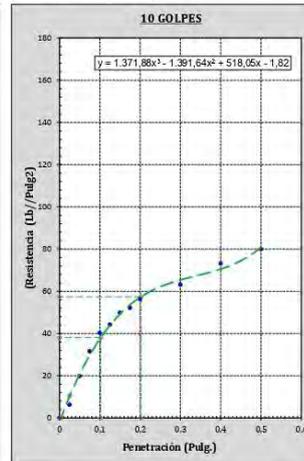
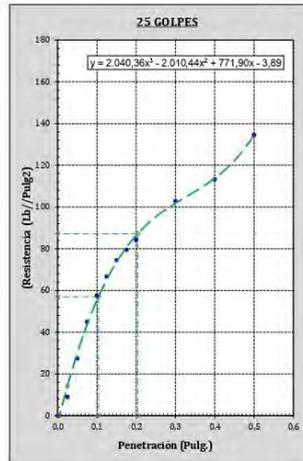
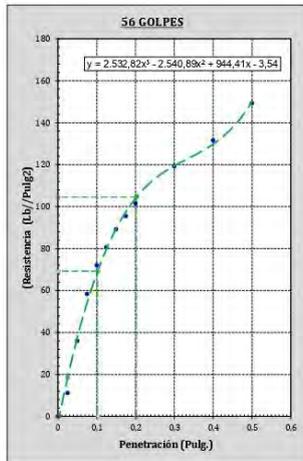
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.36
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.88
95% MDS (g/cm ³)	1.79

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	7.23
CBR al 95% de MDS (%)	5.94
CBR al 100%: 0.2"	7.32
CBR al 95% de MDS (%)	6.07



Observaciones:

*Muestreo realizado por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:

*NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
*NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700m-n/m³/56.000 pie-lbf/pies³) (2019)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR DE C-03 + 1.00% DE MAXXSEAL 200 + 1.00% DE ACEITE SULFONADO

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACIÓN DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO** : NO APLICA
CANTERA NO APLICA **MUESTREO POR** : AJSJ
SOLICITANTE OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYO POR** : AJSJ
F. DE INICIO DE ENSAYO 06/04/2024 **F. DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 11/04/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-3 + 1.00%M + 1.00%AS	ESTRATO:	E-1	PROGRESIVA:	km 0+250						
1. DATOS											
1.1 N° de molde	-	1		2	3						
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.23		15.24	15.19						
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.66		11.66	11.65						
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 790		8 218	8 586						
1.5 N° de capas	-	5		5	5						
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25	10						
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada				
1.8 Masa de molde (incluye base) + Masa húmedo	g	13 783	13 964	12 462	12 716	12 531	12 984				
2. CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:											
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06				
2.2 Masa de tara	g	13.24	10.38	12.83	10.32	12.11	13.27				
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	118.16	147.32	131.84	150.18	137.86	166.80				
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	105.86	123.43	118.25	120.97	123.29	124.10				
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.30	23.89	13.59	29.21	14.57	42.70				
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	92.62	113.05	105.42	110.65	111.18	110.83				
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	13.3	21.1	12.9	26.4	13.1	38.5				
3. RESULTADOS:											
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.24		28.26		28.10					
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 123.53		2 125.47		2 111.68					
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4 993	5 174	4 244	4 498	3 945	4 398				
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.35	2.44	2.00	2.12	1.87	2.08				
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	2.08	2.01	1.77	1.67	1.65	1.50				
4. EXPANSIÓN											
MOLDE		1		2		3					
FECHA	HORA	TIEMPO (hora)	DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL pulg	Expansión (mm) (%)				
06-Abr	12:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-			
07-Abr	12:00:00 p. m.	24	0.119	3.028	2.60%	0.153	3.886	3.33%			
08-Abr	12:00:00 p. m.	48	0.164	4.166	3.57%	0.208	5.286	4.53%			
09-Abr	12:00:00 p. m.	72	0.182	4.623	3.97%	0.224	5.690	4.88%			
10-Abr	12:00:00 p. m.	96	0.235	5.969	5.12%	0.261	6.629	5.69%			
5. PENETRACIÓN											
MOLDE		1		2		3					
PENETRACION		CARGA		CARGA		CARGA					
pulgadas	mm	lecturas (lb/pulg ²)	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%
0.000		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64	28.0	61.6	20.5			19.2	42.4	14.1		
0.050	1.27	81.7	180.1	60.0			58.1	128.1	42.7		
0.075	1.91	117.9	260.0	86.7			87.4	192.6	64.2		
0.100	2.54	1000	142.0	313.0	104.3	101.3	108.3	238.8	79.6	75.1	7.5
0.125	3.18		160.3	353.4	117.8		119.7	263.9	88.0		
0.150	3.81		180.8	398.7	132.9		132.8	292.7	97.6		
0.175	4.45		198.7	438.2	146.1		142.8	314.9	105.0		
0.200	5.08	1500	215.3	474.7	158.2	159.6	154.2	339.9	113.3	114.9	7.7
0.300	7.62		262.1	577.8	192.6		177.3	391.0	130.3		
0.400	10.16		297.5	655.8	218.6		208.4	459.3	153.1		
0.500	12.70		345.1	760.8	253.6		233.3	514.2	171.4		

Observaciones: *Muestreo realizado por el Solicitante.
*Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
*En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencias: *NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
*NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kNm/m³ [56 000 pie-lbf/pié³]) (2019)

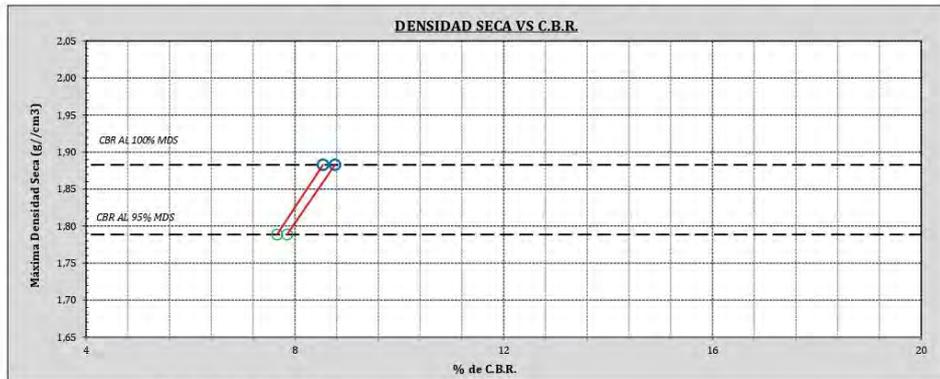
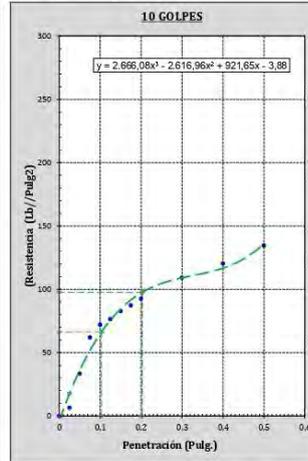
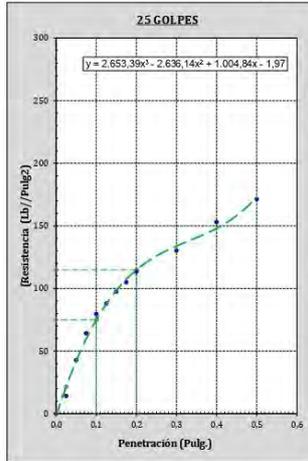
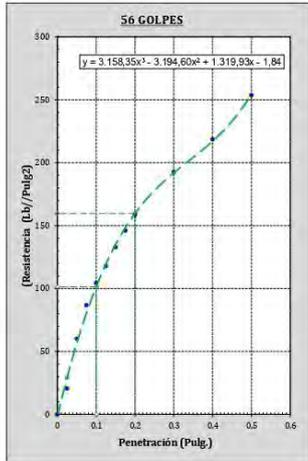

MINEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12,36
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1,88
95% MDS (g/cm ³)	1,79

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	8,54
CBR al 95% de MDS (%)	7,66
CBR al 100%: 0.2"	8,77
CBR al 95% de MDS (%)	7,85



Observaciones:

- *Muestreo realizado a por el Solicitante.
- *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo ,calibración o muestreo
- *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:

- * NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
- * NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700ln-m/m³[56 000 pie-lb]/pie³) (2019)

Mineyer
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
 N°00146585
 Iso 9001:2015

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR DE C-03 + 1.50% DE MAXXSEAL 200 + 1.50% DE ACEITE SULFONADO

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO "COMPORTAMIENTO DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA ESTABILIZADA POR LA COMBINACIÓN DE DOS ADITIVOS QUÍMICOS MAXXSEAL 200 Y ACEITE SULFONADO - JAÉN 2023"
UBICACIÓN JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA **CÓDIGO INTERNO** : NO APLICA
CANTERA NO APLICA **MUESTREO POR** : AJSJG
SOLICITANTE OMAR HERNANDEZ PEREZ - BRICELA DAMARIS BOÑON MARTÍNEZ **ENSAYO POR** : AJSJG
F. DE INICIO DE ENSAYO 06/04/2024 **F. DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 11/04/2024

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 NTP 339-145 (2019)

MUESTRA:	C-3+ 1.50%M + 1.50%AS	ESTRATO:	E-1	PROGRESIVA:	km 0+250						
1. DATOS											
1.1 N° de molde	-	1		2	3						
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.23		15.24	15.19						
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.66		11.66	11.65						
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 637		8 065	8 433						
1.5 N° de capas	-	5		5	5						
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25	10						
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada				
1.8 Masa de molde (incluye base) + Masa húmedo	g	13 730	13 911	12 409	12 663	12 478	12 931				
2. CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:											
2.1 N° Tara	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06				
2.2 Masa de tara	g	13.22	10.35	12.80	10.30	12.10	13.25				
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	112.56	141.72	126.24	144.58	132.26	161.20				
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	100.26	117.83	112.65	115.37	117.69	118.50				
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.30	23.89	13.59	29.21	14.57	42.70				
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	87.04	107.48	99.85	105.07	105.59	105.25				
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.1	22.2	13.6	27.8	13.8	40.6				
3. RESULTADOS:											
3.1 Área superficial del molde	pulg ²	28.24		28.26		28.10					
3.2 Volúmen de suelo	cm ³	2 123.53		2 125.47		2 111.68					
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	5 093	5 274	4 344	4 598	4 045	4 498				
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm ³	2.40	2.48	2.04	2.16	1.92	2.13				
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm ³	2.10	2.03	1.80	1.69	1.68	1.52				
4. EXPANSIÓN											
MOLDE		1		2		3					
FECHA	HORA	TIEMPO (hora)	DIAL (pulg)	Expansión (mm) (%)		DIAL (pulg)	Expansión (mm) (%)				
06-Abr	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-			
07-Abr	06:00:00 p. m.	24	0.059	1.499	1.29%	0.065	1.651	1.42%			
08-Abr	06:00:00 p. m.	48	0.082	2.083	1.79%	0.098	2.489	2.14%			
09-Abr	06:00:00 p. m.	72	0.098	2.489	2.14%	0.110	2.794	2.40%			
10-Abr	06:00:00 p. m.	96	0.104	2.642	2.27%	0.113	2.870	2.46%			
5. PENETRACIÓN											
MOLDE		1		2		3					
PENETRACION		CARGA		CARGA		CARGA					
pulgadas	mm	lecturas (lb/pulg ²)	lb	lb/pulg ²	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg ²	Correc.	%
0.000		0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64	36.3	80.1	26.7			25.0	55.1	18.4		
0.050	1.27	106.2	234.1	78.0			75.5	166.5	55.5		
0.075	1.91	153.3	338.0	112.7			113.6	250.4	83.5		
0.100	2.54	1000	184.5	406.9	135.6	131.7	13.2	140.8	310.5	103.5	97.6
0.125	3.18		208.4	459.4	153.1			155.6	343.0	114.3	
0.150	3.81		235.1	518.3	172.8			172.6	380.6	126.9	
0.175	4.45		258.4	569.6	189.9			185.7	409.4	136.5	
0.200	5.08	1500	279.9	617.2	205.7	207.5	13.8	200.4	441.9	147.3	149.4
0.300	7.62		340.7	751.1	250.4			230.5	508.3	169.4	
0.400	10.16		386.7	852.5	284.2			270.9	597.1	199.0	
0.500	12.70		448.6	989.0	329.7			303.2	668.5	222.8	

Observaciones: *Muestreo realizado por el Solicitante.
 *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo, calibración o muestreo
 *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencias: *NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
 *NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700kN/m³ [56 000 pie-lbf/piés³]) (2019)

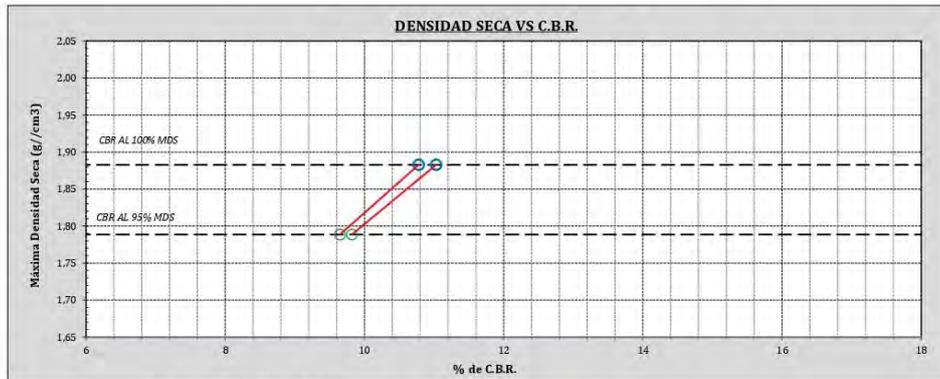
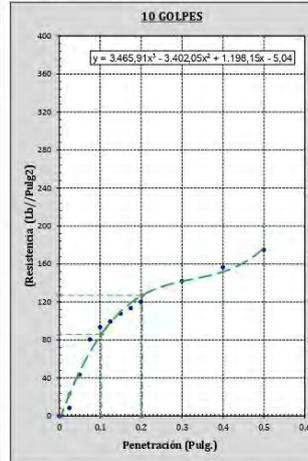
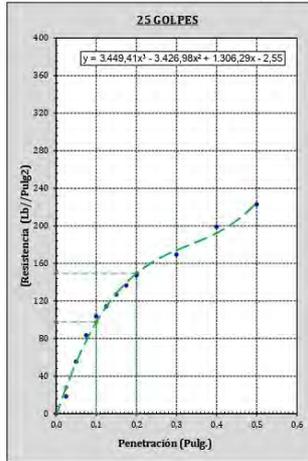
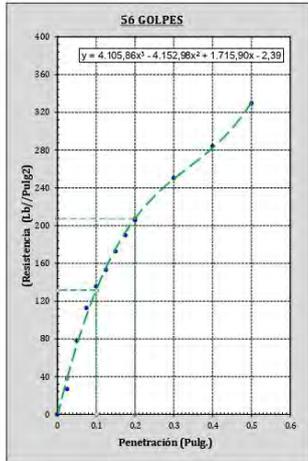
[Firma]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

INFORME DE ENSAYO:

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
 N.T.P 339.145 (2019)

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.36
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.88
95% MDS (g/cm ³)	1.79

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	10,78
CBR al 95% de MDS (%)	9,65
CBR al 100%: 0.2"	11,03
CBR al 95% de MDS (%)	9,82



Observaciones:

- *Muestreo realizada por el Solicitante.
- *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo ,calibración o muestreo
- *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Normativa de referencia:

- * NTP 339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)
- * NTP 339.141- SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700In-m, /m³[56 000 pie-lb]/pie³) (2019)

Mineyer
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
 Sector Pueblo Libre - Jaén -
 Cajamarca-Perú



941915761
 949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°00146584
 N°00146585
 Iso 9001:2015

CERTIFICADOS

F&M

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca-Perú



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585
Iso 9001:2015



PERU

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por
F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
2210381953 Perú
Fecha: 11/04/2023 17:25:54(-0500)

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146584

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004591-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firma: 38430961 EP
CAREZ SALAZAR Sergio Norberto
20131840113 hard
Fecha: 11/04/2023 11:25:06 AM

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004590-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

Pág. 1 de 1



CERTIFICADO

Esto es para certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

Ha sido evaluado y se ha determinado que cumple con los requisitos de

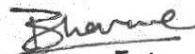
ISO 9001:2015

Este Certificado es válido para el siguiente alcance:

SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Y
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

Certificado No.	:AMER11653
Fecha de Registro	:24/06/2023
Fecha de Emisión	:28/06/2023
Fecha de Expiración	:23/06/2024
Fecha de Recertificación	:23/06/2026




Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
 DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
 FECHA : 2022/01/31
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g
 Nº DE SERIE : C213945170 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g
 MODELO : SPX6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
 CLASE : III CAPACIDAD MÍNIMA 2 g

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022**

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final	
	26.7	26.7		67	67	
Medición Nº	Carga L1 =	3000.00 g		Carga L2 =	6000.00 g	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
2	3000.00	0.080	-0.030	5999.90	0.040	-0.090
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
4	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
5	2999.90	0.040	-0.090	5999.90	0.050	-0.100
6	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.060	-0.010	5999.90	0.030	-0.080
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
10	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.080	0.03
6000.00	0.080	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de Pys EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)		
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)		E (g)	Ec (g)
1	(g)	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2	1.00	0.080	-0.030	1999.90		0.040	-0.090	-0.060	0.02	
3	1.00	0.070	-0.020	1999.80		0.030	-0.180	-0.160	0.02	
4	1.00	0.070	-0.020	1999.80		0.030	-0.180	-0.160	0.02	
5	1.00	0.070	-0.020	1999.90		0.040	-0.090	-0.070	0.02	

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2.00	2.00	0.070	-0.020						
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2102-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
 DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
 FECHA : 2023/01/31
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA - PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 kg
 N° DE SERIE : 8354661311 DIV. DE ESCALA (d) 0.001 kg
 MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.010 kg
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA
 CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 333, 334, 335, 336-CM-M-2022**

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	25.1	24.9		70	70

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
2	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0002	0.0003
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
5	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
6	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001
9	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
10	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001

$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0005	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS EIRL
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1.LL. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
	1
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	24.9	24.9

	Inicial	Final
	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
5		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	25.0	24.9

	Inicial	Final	Final
	70	70	70

Carga L (kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)		
0.20	0.20	0.0080	-0.0075							
0.50	0.50	0.0070	-0.0065	0.0010	0.50	0.0006	-0.0001	0.0074	0.001	
0.10	0.10	0.0070	-0.0065	0.0010	0.10	0.0002	0.0003	0.0078	0.001	
0.50	0.50	0.0080	-0.0075	0.0000	0.50	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001	
1.00	1.00	0.0005	0.0000	0.0075	1.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.001	
5.00	5.00	0.0009	-0.0004	0.0071	5.00	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001	
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.002	
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0073	15.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002	
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	0.0073	20.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002	
25.00	25.00	0.0005	0.0000	0.0075	25.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.003	
30.00	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	0.003	

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1.LL. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	230097
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	PALIO
Modelo	PE5043.1
Número de Serie	0422002
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración	2023-06-22
6. Fecha de Emisión	2023-06-26

Sello

JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.
 El controlador se seteo en 110 °C



10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-249-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0006-TPES-C-2023

11. Observaciones

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

12. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _{min}
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	109,4	110,9	109,6	111,2	112,9	110,9	110,0	110,5	111,9	110,7	3,5
02	110,0	110,3	109,3	110,8	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,4
04	110,0	110,3	109,3	110,9	109,6	111,1	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,3
06	110,0	110,3	109,3	110,8	109,8	111,2	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,7	3,4
08	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,2	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,2
10	110,0	110,4	109,3	110,8	109,8	111,1	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
12	110,0	110,4	109,3	110,6	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,7	3,3
14	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
16	110,0	110,4	109,3	110,9	109,7	111,2	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,8	3,3
18	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,1	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
20	110,0	110,4	109,4	111,0	109,7	111,2	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,3
22	110,0	110,5	109,3	110,6	109,8	111,0	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
24	110,0	110,6	109,3	110,5	109,7	111,2	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,7	3,4
26	110,0	110,6	109,4	110,7	109,8	111,2	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,8	3,4
28	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,2	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,8	3,5
30	110,0	110,5	109,3	110,7	109,7	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
32	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,4	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,4
34	110,0	110,4	109,4	110,7	109,8	111,3	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,8	3,3
36	110,0	110,4	109,3	110,9	109,9	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,8	3,5
38	110,0	110,3	109,4	110,8	109,7	111,3	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
40	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
42	110,0	110,3	109,5	110,9	109,8	111,5	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,9	3,4
44	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,5	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,8	3,3
46	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,8	3,3
48	110,0	110,4	109,5	110,8	109,8	111,4	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,4
50	110,0	110,3	109,5	110,7	109,7	111,3	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,8	3,4
52	110,0	110,6	109,5	110,7	109,8	111,4	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,9	3,4
54	110,0	110,3	109,4	110,6	109,8	111,4	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,8	3,5
56	110,0	110,3	109,4	110,7	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,5
58	110,0	110,4	109,4	110,9	109,6	111,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,8	3,4
60	110,0	110,3	109,4	110,7	109,7	111,4	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,8	3,4
T.PROM	110,0	110,4	109,3	110,7	109,7	111,3	112,8	110,9	110,1	110,8	111,8	110,8	
T.MAX	110,0	110,6	109,5	111,0	109,9	111,5	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
T.MIN	110,0	110,3	109,3	110,5	109,6	111,0	112,6	110,8	110,0	110,5	111,7		
DTT	0,0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Minima Temperatura Medida	109,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,4	0,1
Estabilidad Medida (±)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	3,5	0,1

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

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

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

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

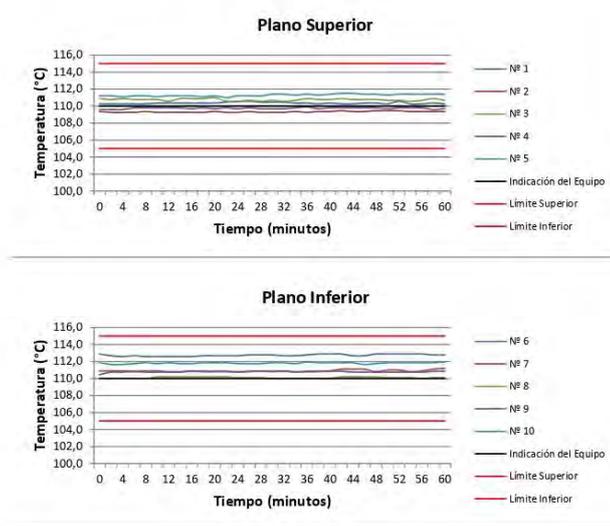


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
 Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

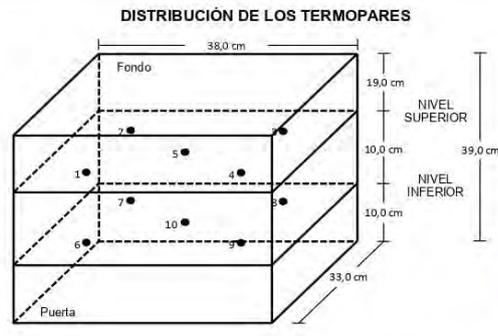
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6



13. Incertidumbre

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

Fin del documento

PyS

EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Punto de Extensión: 50.8 Milímetros.

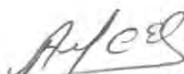
NOMBRE DEL PRODUCTO: TRÍPODE DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS142

SERIE DEL PRODUCTO: 330

FECHA: 23/05/2023


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

PyS
EQUIPOS

 Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.
 (511) 5220723
 945183033 / 970055989 / 945181317
 ventas@pys.pe; apozo@pys.pe; vsalazar@pys.pe
 www.pys.pe

 www.facebook.com/pysequi/
 www.instagram.com/pysequipos_eirl/
 www.tiktok.com/@pysquipos_eirl



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-514-2023

Página 1 de 2

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

Dirección : **MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA – JAEN.**

Instrumento de Medición : **COMPARADOR DE CUADRANTES**

Fabricante : **BAKER**

Modelo : **K50**

Serie : **EJC884**

Alcance de Identificación : **0 – 1”**

División de Escala : **0.001”**

Tipo : **Analógico**

Lugar de Calibración : **Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.**

Fecha de Calibración : **2023-01-31**

Fecha de emisión : **2023-01-31**

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23.7°C	23.7°C
Humedad Relativa	65%	65%

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la “Guía para la expresión de incertidumbre en la medición”. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	0.0984	0.0988	0.0004
5	0.1968	0.1972	0.0004
5-1.5-1	0.2953	0.2956	0.0003
10	0.3937	0.3940	0.0003
10-1.5-1	0.4921	0.4924	0.0003
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1.5-1	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1.5-1	0.8858	0.8862	0.0004
20-5	0.9843	0.9846	0.0003

Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004

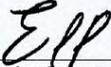
Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

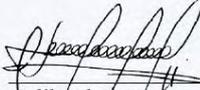
Equivalencia

0.001 in = 1ml

1 in = 0.25mm

1 in = 0.01 pulgada


 Revisado por:
 Eler Pozo S.
 Dpto. de Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 MC041 - F - 2023**

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	230097	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PALIO	
Modelo	PE7026,2	
Número de Serie	0422003	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X10	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2023-06-22	
6. Fecha de Emisión	2023-06-26	

JEFE DE LABORATORIO

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 MC041 - F - 2023**

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

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

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 014-23 B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MAVIN, Modelo: NS4-5T y Serie: HE9701110



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC041 - F - 2023

 Metrología & calibración
 Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{promedio}$ (kgf)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	Patrón de Referencia	
10	500	500,6	498,6	498,6	498,6	499,3
20	1000	1002,6	1002,4	1002,3	1002,3	1002,4
30	1500	1503,8	1503,7	1503,6	1503,6	1503,7
40	2000	2004,8	2004,5	2004,1	2004,1	2004,5
50	2500	2505,8	2505,8	2505,6	2505,6	2505,7
60	3000	3006,7	3006,8	3006,1	3006,1	3006,6
70	3500	3507,9	3507,8	3507,2	3507,2	3507,6
80	4000	4008,4	4008,8	4007,9	4007,9	4008,3
90	4500	4509,9	4510,1	4509,7	4509,7	4509,9
100	5000	5011,4	5011,7	5011,0	5011,0	5011,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	0,14	0,40	---	0,02	0,30
1000	-0,24	0,03	---	0,01	0,30
1500	-0,24	0,01	---	0,01	0,30
2000	-0,22	0,03	---	0,01	0,30
2500	-0,23	0,01	---	0,00	0,30
3000	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
3500	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
4000	-0,21	0,02	---	0,00	0,30
4500	-0,22	0,01	---	0,00	0,30
5000	-0,23	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------


13. Incertidumbre

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

Anexo: Panel Fotográfico.

➤ ENSAYO 01: CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO FINO – AGREGADO GRUESO

Imagen N° 01: Peso de tara + muestra tanto del agregado fino como agregado grueso.



Imagen N° 02: Introducir al horno a 110 °C durante 24 horas.



➤ ENSAYO 02: DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LÍQUIDO

Imagen N° 01: Peso de la muestra al horno. Se pasa la muestra por la malla N° 40, Se pesa 150 gr de la muestra que se pasó por el tamiz N° 40. Se agrega agua destilada para obtener una mezcla homogénea.



Imagen N° 01: Se coloca la muestra en la copa casa grande.



Imagen N° 02: Se pasa el ranurador y procede a realizar los números de golpes. se lleva al horno y se deja por 24 horas, después se deja enfriar y se pesa.



LIMITE PLÁSTICO

Imagen N° 03: Coges un poco muestra para hacer tipo una esfera. Se hace bastoncitos hasta llegar a agrietamiento. se lleva a pesar, llevar al horno por 24h, al día siguiente dejar enfriar y pesas.



➤ **ENSAYO 03: CONTENIDO DE SALES SOLUBLES**

Imagen N° 01: De la muestra seca al horno se extrae 50gr pasada por la malla N°10, se coloca en el frasco para luego agregar 250 ml de agua destilada.

Se lo pasa por la máquina agitadora por 1 hora, se retira y se deja reposar, después se pesa tara (beaker), se pasa a través del papel filtro el agua del frasco, 50 ml. Y eso va al horno hasta que se evapore, aproximadamente 3 ó 4 horas. Luego se retira, se deja enfriar y pesamos y lo resto es calculo.

