



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con  
adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Segura Yache, Angela Lizbeth (orcid.org/0000-0001-6307-8161)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023.", cuyo autor es SEGURA YACHE ANGELA LIZBETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO <b>DNI:</b> 08644876 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 20-07- 2024 20:17:08

Código documento Trilce: TRI - 0784445



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, SEGURA YACHE ANGELA LIZBETH estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ANGELA LIZBETH SEGURA YACHE <b>DNI:</b> 74580042 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6307-8161	Firmado electrónicamente por: ASEGURAY el 01-07- 2024 20:19:04

Código documento Trilce: TRI - 0784443

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios a mi madre Rosa Yache Caro mi padre Marco Segura Padilla por poner en mi toda su fe, confianza, admiración, por sus valores por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por su amor incondicional de ver este sueño hecho realidad esto va dedicado para ustedes y por ustedes.

A mi mamita Dorila Caro Chávez por guardarme todos los días en sus oraciones infinitas por no desampararme en ningún momento.

A mi papito José Santos Yache (Mi Che), aunque ya no este físicamente conmigo, su espíritu y amor continúan guiándome en cada paso de este arduo camino que ha sido duro sin su presencia.

A mi pequeño amigo de 4 patas, Colega aunque ya no este conmigo me enseñó que al amor incondicional traspasa fronteras, que la clave fundamental para lograr este trabajo es nunca dejar de soñar.

A mi pequeño pollito Hei Hei mi compañero inseparable de 4 patas, por su paciencia, lealtad y amor incondicional, por acompañarme siempre sobre todo en las noches de desvelo estudiando.



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme y a mis padres por su amor y sacrificio.

A mi hermana Jazmin Segura Yache por su lealtad, complicidad, locura, pero sobre todo por todo el amor incondicional que me brinda, mimin mi pequeño saltamontes este logro también va para ti y por ti.

A mis tías y tíos, Enma Luz, Sara Lucia, Jose Luis, Jose Elmer, Juan Yache gracias por el apoyo brindado en este camino, por creer y apostar en mí gracias por hacer que este trabajo se realice con éxito, en especial a lo que ayudaron con su granito de arena en esta trayectoria.

A mi abuela Betty, mi tío Jorge Segura, a mi padrino William, Melania, Antonio, mi tía Roxana, mi tío Sócrates (El zorro) y mi incondicional amiga Paola Quispe gracias infinitas por los consejos, las enseñanzas y por el apoyo en todo momento.

A Claudio Puelles mi bachicho por estar presente, por ser mi apoyo moral, por ayudarme, por creer en mí, por la paciencia, por el amor, pero sobre todo gracias por todas las palabras de aliento brindadas en todo este largo camino.

A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento por su invaluable apoyo en este viaje académico, que Dios los bendiga siempre.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b><i>I.</i></b> INTRODUCCIÓN.....	1
<b><i>II.</i></b> METODOLOGÍA.....	10
<b><i>III.</i></b> RESULTADOS .....	31
<b><i>IV.</i></b> DISCUSIÓN.....	36
<b><i>V.</i></b> CONCLUSIÓN .....	40
<b><i>VI.</i></b> RECOMENDACIONES .....	41
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	50

## *Índice de tablas*

Tabla 1.	Tamaño de muestra con MgCl <sub>2</sub> .....	11
Tabla 2.	Recolección de datos .....	13
Tabla 3.	Ensayo contenido de humedad de las muestras natural.....	21
Tabla 4.	Límites de consistencia de las muestras patrón .....	25
Tabla 5.	Clasificación de suelos .....	25
Tabla 6.	Especímenes a realizar .....	25
Tabla 7.	Resultados de límites de consistencia con adición de MgCl <sub>2</sub> .....	31
Tabla 8.	Ensayo de Proctor Modificado para calcular el OCH Y MDS .....	32
Tabla 9.	Resultados de CBR de las muestras experimentales calicata .....	34

## Índice de figuras

Figura 1.	Ubicación de la zona .....	10
Figura 2.	Zona afectada longitud total es 3 km.....	10
Figura 3.	Cloruro de Magnesio .....	15
Figura 4.	Laboratorio de Ensayo .....	15
Figura 5.	Av. Huarangal, Parcela 24.....	16
Figura 6.	Calicata N°1 .....	16
Figura 7.	Calicata N°2.....	17
Figura 8.	Calicata N° 3.....	17
Figura 9.	Muestra N°1 .....	19
Figura 10.	Muestra N°2.....	19
Figura 11.	Muestra N°3.....	19
Figura 12.	Cuarteo de la C-1.....	20
Figura 13.	Cuarteo de la C-2.....	20
Figura 14.	Cuarteo de la C-3.....	20
Figura 15.	Ensayo granulométrico de las muestras .....	20
Figura 16.	Curva granulométrica C-1 .....	20
Figura 17.	Curva granulométrica C-2 .....	20
Figura 18.	Curva granulométrica C-3 .....	21
Figura 19.	Preparación de las muestras para su colocación en horno .....	21
Figura 20.	Límite Líquido C.-1.....	22
Figura 21.	Límite Líquido C.-2.....	22
Figura 22.	Límite Líquido C.-3.....	22
Figura 23.	Límite Plástico C.-1.....	24
Figura 24.	Límite Plástico C.-2.....	24

Figura 25.	Limite Plástico C.-3.....	24
Figura 26.	Ensayo Limite Líquido con 8% MgCl <sub>2</sub> .....	27
Figura 27.	Ensayo Limite Líquido con 10% MgCl <sub>2</sub> .....	27
Figura 28.	Ensayo Limite Líquido con 12% de MgCl <sub>2</sub> .....	27
Figura 29.	Ensayo Limite Plástico con 8% de MgCl <sub>2</sub> .....	27
Figura 30.	Ensayo Limite Plástico con 10% de MgCl <sub>2</sub> .....	28
Figura 31.	Ensayo Limite Plástico con 12% de MgCl <sub>2</sub> .....	28
Figura 32.	Ensayo de Proctor Modificado.....	28
Figura 33.	Ensayo de CBR.....	28
Figura 34.	Lectura de Expansión.....	29
Figura 35.	Lectura de Penetración CBR.....	29
Figura 36.	Gráfico de los Límites de consistencia e IP de MgCl <sub>2</sub> .....	31
Figura 37.	Gráfico de la máxima densidad seca.....	33
Figura 38.	Gráfico del Optimo Contenido de Humedad.....	33
Figura 39.	Gráfico del Ensayo de CBR adicionando MgCl <sub>2</sub> .....	35

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia con adición de cloruro de magnesio en la estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023; para ello se realizaron ensayos de laboratorio y se determinó el índice de plasticidad, contenido de humedad, máxima densidad seca y Capacidad portante. Formulándose la metodología: del tipo aplicativo tecnológico, de nivel explicativo, de diseño experimental y de subdiseño cuasi experimental, su tipo de investigación fue nivel explicativo, la población fue Av. Huarangal parcela 24, la muestra conformada por 3 km y el muestreo fue no probabilístico. Sus resultados mostraron que al incorporar el cloruro de magnesio al terreno de estudio mejora las propiedades del suelo tales como la disminución del IP del 11% al 6%, el cual presentó variaciones de manera positiva, determinar la mejora de la capacidad portante al 95% de la MDS, el cual aumentó del 10.5% al 14.7% y determinar la mejora del CH del patrón, el cual disminuyó de 13.1% a un 8.3%. En conclusión, la incorporación de cloruro de magnesio mejora la resistencia de la subrasante aplicando el 12% de cloruro de magnesio.

**Palabras clave:** Estabilización, cloruro de magnesio, subrasante, capacidad portante, índice de plasticidad.

## ABSTRACT

The general objective of this research work was to determine the influence of the addition of magnesium chloride on the stabilization of the subgrade on unpaved roads, Carabayllo-2023; For this, laboratory tests were carried out and the plasticity index, moisture content, maximum dry density and bearing capacity were determined. The methodology was formulated: technological application type, explanatory level, experimental design and quasi-experimental sub-design, its type of research was explanatory level, the population was Av. Huarangal plot 24, the sample consisted of 3 km and the sampling was not probabilistic. Their results showed that incorporating magnesium chloride into the study land improves the properties of the soil such as the decrease in IP from 11% to 6%, which presented variations in a positive way, determining the improvement in the bearing capacity to 95% of the MDS, which increased from 10.5% to 14.7% and determine the improvement of the pattern's CH, which decreased from 13.1% to 8.3%. In conclusion, the incorporation of magnesium chloride improves the resistance of the subgrade by applying 12% of magnesium chloride.

**Keywords:** Stabilization, Magnesium chloride, subgrade, bearing capacity, plasticity index.

## I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática: Actualmente, a nivel mundial existen muchas carreteras sin pavimentar, los cuales requieren un estudio para subsanar esta problemática por lo que se debe usar diversas estabilizaciones de suelos utilizando productos químicos para darles la mejor alternativa de solución.

En Perú debido a la solicitud de tránsito y las condiciones climáticas, así como falta de recursos financieros para llevar a cabo programas de protección adecuados, los caminos de tierra tienden a degradarse rápido, creando muchos problemas, tales como, mantenimiento constante, contaminación de plantas y aguas causada por la emisión de polvo, dificultades para la integración social, daños a las propiedades estatales y privadas, aumento de los costos operativos y reducción de la seguridad vial.

Cloruro de magnesio ( $MgCl_2$ ), fue descubierto por un químico británico llamado Sir Humphrey Davy en 1808 en Inglaterra, esto es sal que se utiliza como agente estabilizador y como tratamiento de polvo de caminos no pavimentados y con baja humedad. La Bischofita ha sido puesto a prueba en muchos países como agente desempolvante temporario, de acuerdo a esta necesidad es necesario investigar y desarrollar métodos que nos aseguren la durabilidad del camino no pavimentado.

Por lo tanto, teniendo en cuenta esta necesidad en el distrito de Carabayllo, se sugiere utilizar productos de origen químico (cloruro de magnesio) debido a su excelente capacidad para absorber y retener la humedad ambiente, este aditivo está diseñado para estabilizarla superficie de laminación y así manera de reducir significativamente la progresión del desgaste de la superficie, además de minimizar efectos nocivos para el medio ambiente, como la liberación de polvo en suspensión.

Esta investigación pretende, analizar el comportamiento del Cloruro de Magnesio en diferentes escenarios de humedad para mejorar los parámetros de las carreteras tratadas con sales mediante la aplicación de dosis adecuadas y eficaces según la temporada para mantener y garantizar el nivel mínimo de mantenimiento de la carretera, principalmente debido al problema de la emisión de polvo, lo que le permite ahorrar agua al regar el camino porque su uso se considera más técnicamente aceptable y económico que el uso de otros aditivos.



Teniendo en cuenta se ha formulado los siguientes problemas, PG ¿De qué manera la adición de cloruro de magnesio influye en la estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023?, como problemas específicos, PE1: ¿Cómo la estabilización con adición de cloruro de magnesio permitirá mejorar el contenido de humedad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023?, PE2: ¿En qué medida la estabilización con adición de cloruro de magnesio permitirá mejorar el índice de plasticidad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023?, PE3 : ¿De qué manera la estabilización con adición de cloruro de magnesio permitirá mejorar el máxima densidad seca de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023?, PE4: ¿En cuánto la estabilización con adición de cloruro de magnesio permitirá mejorar la capacidad portante de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023?

Esta investigación se justifica en buscar nuevos métodos para mejorar las subrasantes inestables en carreteras no pavimentadas. Justificación social de este presente trabajo es aportar a ingenieros y estudiantes del rubro de ingeniería civil prueben nuevas soluciones alternativas en cuanto al mejoramiento de caminos no pavimentados. Justificación económica de esta investigación es poder demostrar que este estabilizador ayuda a reducir costos en actividades de ejecución aumentando el nivel de vida útil y mantenimiento en caminos de tierra. Justificación ambiental de esta investigación es reducir el impacto ambiental, calidad del aire, emisiones de polvo y mayor vida útil de la comunidad.

Así mismo existen diverso proyecto que investigan sobre ( $MgCl_2$ ) como un químico de suelos sobre todo en chile, ya que es fabricado en dicho país y usado en sus carreteras. Por lo tanto, es una excelente opción aplicar este producto en Perú y descubrir que beneficios nos brinda utilizándolo en caminos de poco tránsito.

Los objetivos planteados fueron; OG: Determinar la influencia con adición de cloruro de magnesio en la estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, como objetivos específicos, OE1: Evaluar la estabilización con adición de cloruro de magnesio para el contenido de humedad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, OE2: Identificar la estabilización con adición de cloruro de magnesio para mejorar el índice de plasticidad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, OE3: Examinar la estabilización con adición de cloruro de magnesio para mejorar el máxima densidad seca de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, OE4: Determinar la estabilización con adición de cloruro de magnesio para mejorar la capacidad portante de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023.

Se plantea la hipótesis de la siguiente manera, como HG: La adición de cloruro de magnesio influye de manera positiva en la estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, como hipótesis específicos, HE1: La estabilización con adición de cloruro de magnesio permite mejorar el contenido de humedad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023 HE2: La estabilización con adición de cloruro de magnesio permite mejorar el índice de plasticidad de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, HE3: La estabilización con adición de cloruro de magnesio permite mejorar la máxima densidad seca de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023, HE4: La estabilización con adición de cloruro de magnesio permite mejorar capacidad portante de la subrasante en caminos no pavimentados, Carabayllo-2023.

Según Paiva (2020) tuvo como objetivo determinar el comportamiento de los estabilizadores químicos en la carretera, el cual tiene relación de costo - beneficio. Tipo de diseño fue una investigación experimental. Se obtuvo que añadiendo 5% de cloruro de magnesio proporciona buenos resultados. Se concluyó que ayuda hacer más eficiente los suelos en sus propiedades físicos y mecánicas, pero también se recomiendan estudios de dosificación adicionales con el  $MgCl_2$  en la estabilización del suelo y ver que cambios pueden ocurrir.

Ticona (2021). tuvo como objetivo adaptar una nueva tecnología de estabilizar el suelo mejorando sus propiedades físicas y mecánicas de la cimentación. Tipo de diseño fue una investigación carácter hipotético deductivo. Como resultado se

evaluó dosificaciones 5%, 7% y 9% de cloruro de magnesio, pero se obtuvo que el 7% dio mejores resultados. Se concluyó que la introducción de bichosfita conduciría a cambios positivos en los valores de CBR, el índice de Proctor e índice de plasticidad.

Zambrano (2017). tuvo como determinar las ventajas estructurales de  $MgCl_2$  utilizado como un químico estabilizador de suelos. Tipo de diseño fue una investigación aplicada. Se obtuvo de resultado que el porcentaje óptimo de  $MgCl_2$  para su tipo de suelo es de 3%. Se encontró que la aplicación de magnesio aumentó la MDS del suelo con un contenido de humedad bajo óptimo, también mejoro la resistencia por lo tanto se afirma que el  $MgCl_2$  mejora la estructura del suelo.

Pumaricra (2017) tuvo como objetivo evaluar el impacto de ( $MgCl_2$ ) mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Tipo de diseño fue una investigación experimental. Como resultado se obtuvo que las proporciones de 2%, 4% y 6% esto reduce el agarre de neumáticos pequeños y grandes como también reduce la resistencia al suelo. Se concluyó que el  $MgCl_2$  se considera adecuado para su uso en zonas costeras o lugares que no reciben fuertes precipitaciones.

Chávez (2019) tuvo como objetivo analizar  $MgCl_2$  con el  $NaCl$  como agente estabilizador para la mejora de sustratos. Tipo de diseño fue una investigación descriptivo y prospectivo. Como resultado se obtuvo un óptimo valor de estabilizar una mezcla de IN SITU + ( $Mg Cl_2$ ) es de 80% de muestra + 20% de Cloruro De Magnesio y el valor para una mezcla IN SITU + ( $NaCl$ ) es de 95% de muestra + 5% de  $NaCl$ . Se concluyó el ( $MgCl_2$ ) o bischofita aporta más estabilidad a los suelos que el Cloruro de Sodio.

Carbajal (2020) tuvo como objetivo analizar los efectos que provoca la incorporación de  $MgCl_2$  para estabilizar suelos. Tipo de diseño fue una investigación aplicada. Como resultado se obtuvo que el suelo con 4% de  $MgCl_2$  que mejora el CBR aumenta la capacidad de carga del camino y otras propiedades. Se encontró que la adición de  $MgCl_2$  tuvo un efecto significativo para estabilizar un suelo en el área de León Pampa.

Heitzer (2017) tuvo como objetivo probar los efectos y el comportamiento de diferentes mezclas de sales y suelos sobre su capacidad para absorber, retener y perder humedad bajo diferentes ciclos de acondicionamiento en el laboratorio para representar las diferentes condiciones ambientales en la tierra. Tipo de diseño fue una investigación experimental. Como resultado se obtuvo que se aplicaron dichas mezclas de cloruros en Maicillo (Suelo 1), Mezcla (Suelo 2) y Arcilla (Suelo 3) de manera que se obtuvo una menor capacidad de absorción de agua por parte del suelo granular no plástico (NP). Se concluyó que  $(\text{MgCl}_2)$  es notablemente más higroscópica que el  $(\text{NaCl})$  por tanto, es más adecuado para su uso en climas secos con escasas precipitaciones. Mientras que en zonas costeras o zonas con precipitaciones estacionales el  $(\text{NaCl})$  es claramente una mejor opción que  $(\text{MgCl}_2)$ .

Pelayza (2022) el objetivo fue obtener de qué manera el  $\text{NaCl}$  y  $\text{MgCl}_2$  influye en la estabilización del suelo arcilloso. Tipo de diseño fue una investigación aplicada. Como resultado se evaluó dosificaciones 3%, 6% y 9% de cloruro de magnesio se llegó a obtener que el 6.00% agregando  $\text{NaCl}$  y  $\text{MgCl}_2$  tiene mayor importancia en para estabilizar un suelo arcilloso. Se concluyó que se debe investigar diferentes tipos de sales en el grupo de los Cloruros.

Grimaldo (2019) El objetivo fue evaluar el efecto del  $\text{MgCl}_2$  sobre el desempeño del pavimento en carreteras no pavimentadas. Tipo de diseño fue una investigación aplicada. Como resultado se evaluó dosificaciones 2%, 3% y 5% de cloruro de magnesio, pero se obtuvo que el 3% dio mejores resultados. Se concluyó que se recomienda utilizar este material es aconsejable en zonas con climas secos debido a su carácter higroscópico, retiene cierta cantidad de agua, evitando la formación de polvo.

Briones (2018) tuvo como objetivo determinar el efecto del  $\text{MgCl}_2$  en comparación con el  $\text{CaCl}_2$  para la estabilización de suelos arcillosos en afirmados. Tipo de diseño fue experimental. Como resultado se obtuvo con que el 2% de adición de  $\text{CaCl}_2$  mejora el CBR de un suelo arcilloso frente al 5% de cloruro de magnesio Se concluyó que se deberían realizar más investigaciones añadiendo más o menos  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{MgCl}_2$  no sólo a los suelos aprobados sino también a otros suelos.

**Cloruro de Magnesio**, es un compuesto mineral basado en iones cloruro, tiene carga negativa y positiva, generalmente tiende a ser ácido débil. Este mineral puede

presentarse en formas anhidra, hexahidrato y bi-hidratado. El último compuesto tiende a aparecer como cristales en forma de diamante, el material se puede apreciar a través de la presentación de las bolsas como se muestra en las fotos. (Llano, Rios y Restrepo, 2020).

Las siguientes líneas proporcionan las características de la bischofita utilizado como estabilizante químico en carreteras no pavimentadas.

Ligante: El  $MgCl_2$  aumenta la cohesión y prolonga la vida útil de la carretera e incrementa la resistencia al desgaste de los carros que circulan en zonas de alta densidad. (Araujo, 2017).

Pavimentos Rígidos: El pavimento de hormigón, también conocido como pavimento duro, utiliza una capa de hormigón liso o de hormigón armado como superficie de rodadura para el tránsito de vehículos, apoyada directamente sobre un terreno granular. (Manual diseño estructural de Pavimentos Rígidos, 2018).

Subrasante: Esta es la capa ubicada encima del cuerpo del terraplén y debajo del terraplén, que es efectiva y tiene la función de asegurar la verticalidad de la vía por lo que recibe el menor nivel de esfuerzo causados por la carga de tráfico. (Hernandez, Mejia y Zelaya, 2018)

Base: Una capa que está formada por un material con funciones estructurales cuyo espesor depende del diseño y del número de vehículos que transitan sobre ella. Se ubica a nivel de subbase o subrasante, según sea el caso. Se considera la inclusión de materiales. (Daza y Rodríguez, 2018)

Losa de concreto: La capa superior de la carretera se ve directamente afectada por el tráfico, debe ser resistente al deslizamiento, la abrasión y los daños debidos a la exposición al tráfico rodado y factores ambientales. (Ponce,2018)

Límites líquidos; Se refiere al contenido de agua expresado como porcentaje del peso del producto, el suelo seco limita la transición entre los estados líquido y plástico del suelo. (Chavarry, Figueroa y Reynaga, 2020).

Índice de plasticidad; El IP del terreno se calcular como la diferencia entre el L.L y el L.P. (Quintana y Vera, 2017).

CBR; nos permite medir la resistencia en función de las condiciones de CH y MDS. En donde permitirá asignar un número no fijo al coeficiente de soporte del suelo. Sin embargo, sólo es aplicable a las condiciones del suelo en un momento determinado del proceso de análisis. (Sandoval y Rivera, 2019).

Estabilización de la subrasante; Es un método para influir en las propiedades mecánicas de algunas sustancias de terrenos lo cuales no cuenta con las propiedades necesarias para su uso como autopista. Esta forma se reduce aplicando una dosis de  $MgCl_2$  directamente del suelo, asegurando una nivelación precisa y uniforme por ello se debe de realizar pruebas de laboratorio para que sea consistente y no tenga errores al momento de ser aplicado en el terreno. (Paiva 2020).

Estabilización química; La estabilización está relacionada principalmente la aplicación de ciertos productos químicos patentados a los que se refiere su uso involucra intercambiar iones metálicos y cambiar la composición del suelo involucrados en este proceso. Las medidas de estabilización incluyen la clasificación adecuada del suelo y la determinación adecuada del tipo y cantidad de agente estabilizadores. (Calderón, 2017)

## II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación: Según Ñaupas (2018) nos indica que la investigación aplicada tiene como objetivo adquirir conocimientos con el propósito específico de resolver problemas prácticos o aplicar los resultados de la investigación a situaciones de la vida real. A diferencia de la investigación puramente teórica o básica, cuyo objetivo es comprender los fenómenos sin una aplicación inmediata, la investigación aplicada es de naturaleza más práctica. En esta investigación se pondrá en práctica el desarrollo aplicado porque tiene como objetivo resolver problemas utilizando métodos o técnicas previamente establecidos.

Enfoque de investigación: Según Ochoa, Nava y Fusil (2020) nos indica que el enfoque es un proceso de investigación que resuelve problemas, que no entendemos y demostramos la aplicación sistemática del pensamiento crítico, incluido el tratamiento de problemas sociales no resueltos que apuntan en una dirección diferente. En este proyecto se utilizó el método cuantitativo ya que se utiliza recopilación de datos para responder y probar hipótesis también utiliza mediciones numéricas y análisis estadístico para establecer modelos de comportamiento y probar teorías.

Nivel de investigación: Según Ramos (2020) El nivel de investigación es el grado en que se cubre un tema en un estudio. La estrategia depende de ello, añadiéndole conocimiento y aplicación de la teoría de la transformación, para ello es necesario saber cómo construir y puede determinar el método de investigación de acuerdo a lo propuesto de acuerdo a los objetivos. El nivel de investigación utilizado en este estudio es explicativo debido a que buscar investigaciones sobre los efectos causados por la adición de  $MgCl_2$  al suelo, esto se logrará mediante experimentos de laboratorio, agregando variedad porcentaje y medir cada cambio.

El diseño de investigación: Según Carrasco (2017) nos indica que el diseño de investigación se enfoca en estudiar el fenómeno o evento al que se aplica el diseño, examinar y conocer las aquellas características, cualidades y rasgos de un fenómeno o evento en la realidad dependiendo el tiempo de suceso. La investigación

involucrada utilizará un diseño experimental ya que utilizará cloruro de magnesio ya que permitirá comprender la relación entre las variables mediante la manipulación de la variable independiente (0%,8%,10% y 12%) y es de naturaleza cuasiexperimental porque la muestra es no al azar. Asu vez también es cuasi experimental porque se manipula la variable por ser experimental y la muestra es no aleatoria.

Variable Independiente: Adición con cloruro de magnesio.

Definición:  $MgCl_2$  es un elemento natural y el tercero más abundante en el agua de mar.

Variable Dependiente: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados.

Definición: Una mejora razonable de las condiciones de las carreteras sin pavimentar es necesaria para el desarrollo del país en su conjunto para los países en desarrollo y también es necesario ampliar, mejorar y promover el funcionamiento adecuado de las carreteras.

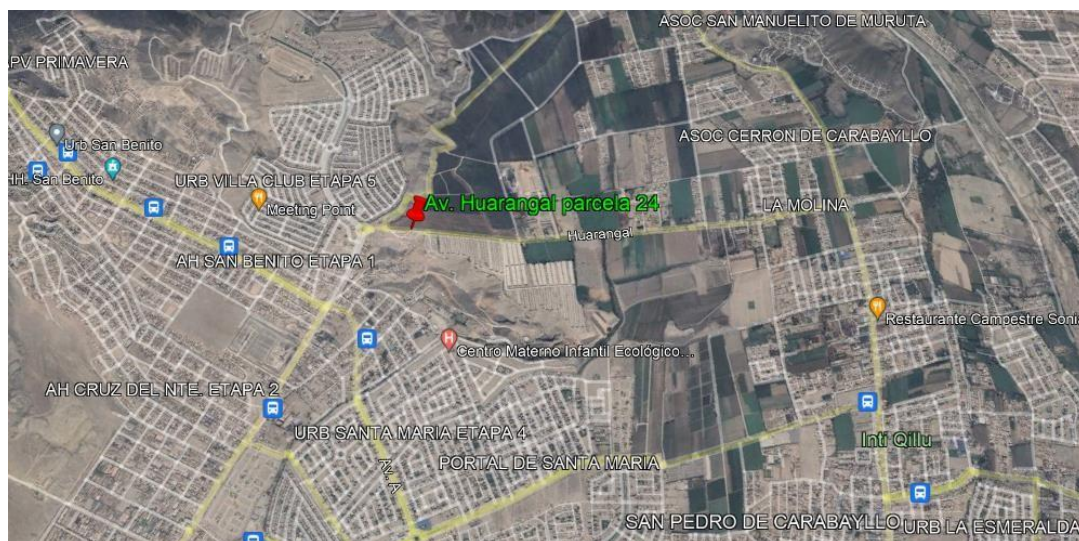
La matriz de variables (Anexo 1) y operacionalización se encuentra en el Anexo 2.

**Población:** Según (Hadi, et al, 2023) Una población de estudio es un conjunto de personas o componentes que requieren información o conocimiento. En la investigación una población es un grupo de personas o elementos con determinadas características sobre las que queremos sacar conclusiones. La población puede ser grande o pequeña, disponible o inaccesible y puede dividirse en varios grupos o subgrupos. Los investigadores utilizan métodos estadísticos para seleccionar una muestra representativa de la población con el fin de obtener información precisa y confiable.

La población estuvo compuesta por todas las calicatas de 1.5 m con una profundidad y los resultados de las pruebas físicas; mecánicas obtenidas del estudio la capacidad Portante, CH, MDS y IP, además también de las distintas proporciones de  $MgCl_2$ . En este caso, la población utilizada es infinita.



**Figura 1. Ubicación de la zona**



Fuente: Google Earth.

**Muestra:** Según Lopez y Fachelli (2015) nos dice que es una entidad representativa, un grupo llamado universo o población, seleccionada aleatoriamente y observada científicamente para obtener resultados confiables.

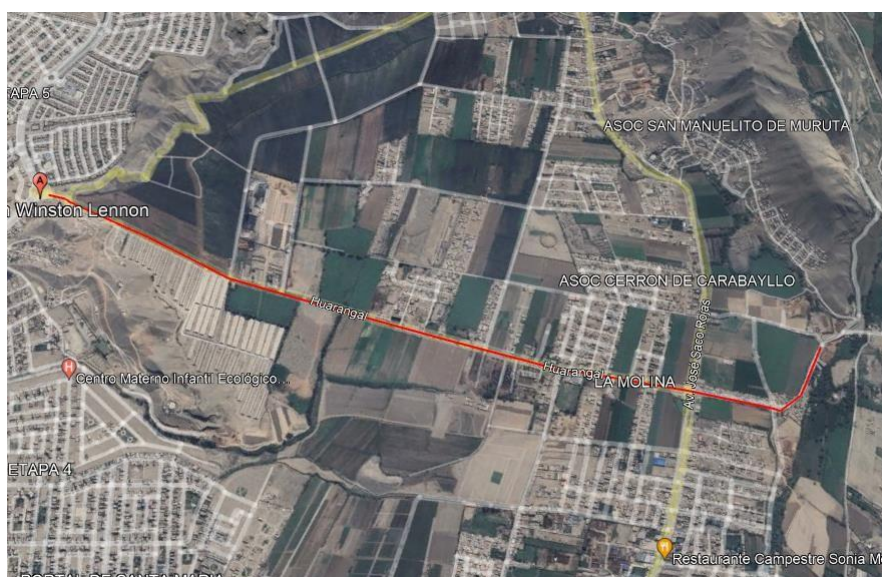
Para la presente investigación la muestra está establecida por 10km de progresiva Km 0+000 a progresiva Km 10+000.

Para esto se tomaron los siguientes criterios de inclusión:

- Vías no Pavimentadas que se encuentren en mal estado. Seleccionándose así las vías urbanas que tengan un mal estado de conservación.
- Accesibilidad a la vía y a la población cercana.
- Alto tránsito, por ende, alto índice de desgaste, pasando por el pavimento camiones, vehículos menores, cargueras, etc.
- Recurrencia de los vehículos, por la zona se toma en cuenta la carga pesada que transita por estas vías, ya que es una zona de agricultura.
- Ultima fecha de reparación o mantenimiento, no ha sido pavimentada ni reparada.

Se realizo tres (3) calicatas cada 1 km a una profundidad de al menos 1,5 m del nivel de la subrasante; para este tipo de estudio la muestra será de tipo no probabilística.

**Figura 2.** Zona afectada longitud total es 3 km.



Fuente: Google Earth.

**Tabla 1.** Denominación de muestra con MgCl<sub>2</sub>.

Descripción	Cloruro de magnesio	Denominación
Dosificación N01	0%	D1.
Dosificación N02	8%	D2.
Dosificación N03	10%	D3.
Dosificación N04	12%	D4.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.** Especímenes a realizar

<b>Especímenes</b>	<b>Sin aditivo</b>	<b>8% de MgCl<sub>2</sub></b>	<b>10% de MgCl<sub>2</sub></b>	<b>12% de MgCl<sub>2</sub></b>	<b>Total de muestras</b>
<b>Contenido de humedad</b>	1.	1.	1.	1.	4
<b>Índice de plasticidad</b>	1.	1.	1.	1.	4
<b>MDS</b>	1.	1.	1.	1.	4
<b>Capacidad portante</b>	1.	1.	1.	1.	4

Fuente: Elaboración propia.

Según norma Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos los ensayos de penetración y calicatas deben efectuarse cada 1km en caso de ser carreteras de Bajo volumen de tránsito con un IMDA  $\leq 200$  veh/día

**Muestreo:** Según Pino (2018) nos indica que el muestreo son los elementos que representan la parte del estudio que se utilizará para recopilar los elementos de una muestra en particular, es decir, se extraerán algunos datos y se enumeran los elementos de una muestra particular. Este trabajo se consideró un muestreo no probabilístico siendo criterio del investigador a escoger las zonas de estudio de acuerdo a criterio de inclusión.

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** Recolectar datos significa utilizar una o más herramientas de medición para recolectar información relevante sobre variables de investigación de una muestra o caso individual (personas, grupos, eventos, etc.). Los datos que se obtienen sirven como base para el análisis, Sin datos no hay ninguna investigación. (Arias, et al 2022).

**Tabla 3.** Recolección de datos

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>
Observación	Fotos, Apuntes, Videos	Área De Estudio
Calicatas	Herramientas de Campo	Área De Estudio
Trabajo De Laboratorio	Ensayo de Laboratorio	Área De Estudio
Archivos	Formatos Excel Word	Datos Adquiridos

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, este estudio utilizará técnicas de observación directa porque permite la visualización directa de los estudios.

**Instrumentos de recolección de datos:** Hernández y Mendoza (2018) indican que esta herramienta es un recurso utilizado por investigadores para organizar información o datos de las variables tomadas en cuenta. La fiabilidad instrumental se refiere al período en el que las adaptaciones repetidas son iguales un objeto o cosa que produce el mismo resultado.

Este trabajo utilizará herramientas de observación o fichas técnicas, que son documentos que contienen la información detallada necesaria para responder todas las preguntas del proyecto de investigación, recopilar datos y garantizar la validez de la regla de observación y la hace necesaria. (Anexo 3)

A continuación, se muestran 4 dispositivos de observación.

- Fichas Técnicas. N°01: Índice de Plasticidad. (Anexo 4)
- Fichas Técnicas. N°02: Contenido de humedad (Anexo 5)
- Fichas Técnicas. N°03: Máxima densidad seca (Anexo 5)
- Fichas Técnicas. N°04: Capacidad portante. (Anexo 6)

**Validez del instrumento:** Según (Mata,2020) El concepto de validez se refiere principalmente al valor de los desenlaces de la investigación, las conclusiones a las que conducen y la posibilidad de su replicación en investigaciones externas, dependiendo posteriormente del enfoque, caso y contexto específico en el que operan.

En mi proyecto, se valida la información recopilada debido a que estas son fuentes muy confiables, se confirmarán más en ese momento que se obtengan los resultados de laboratorio que se realizarán más adelante.

Dicha validez que utilizaremos es por método del juicio de expertos de ingeniería civil, también el estudio estará determinada a través de una visita al campo y recopilación de datos de herramientas nos proporcionará resultados que, si se procesan adecuadamente con ellos, se parecen a un comportamiento real una vez que se haya materializado el camino porque de esta manera los datos se definirán correctamente para proporcionar fiabilidad

A cargo de los siguientes expertos:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Ing. Gian Antonio Capillo Sevillano | CIP.: 266979 (Anexo 7) |
| 2. Ing. Julio Rodas Zegarra            | CIP.:254271 (Anexo 8)  |
| 3. Ing. Luis Ángel Romero Muñoz        | CIP.:323981 (Anexo 9)  |

**Confiabilidad de los instrumentos:** Es un instrumento de investigación es una medida de su consistencia y estabilidad, se refiere a la capacidad de un dispositivo para obtener resultados consistentes y precisos cada vez que lo use en las mismas condiciones. (Medina, et al, 2023)

Teniendo en cuenta en nuestro caso la confiabilidad de los ensayos a realizar son formatos estandarizados que tenga un **certificado de calibración** vigente ya que haremos pruebas de laboratorio, de todos los instrumentos que se hayan utilizado. (Anexo 10)

## Procedimiento:

### ETAPA 1: Recolección de materiales.

- Recolección de  $MgCl_2$

**Figura 1.** Saco de  $MgCl_2$



Elaboración propia.

- Transportar el  $MgCl_2$  hasta el lugar donde se realizará el proyecto.

**Figura 2.** Laboratorio de Ensayo



Elaboración propia.

### ETAPA 2: Elaboración de calicatas



- En el trabajo de campo se llevó a cabo en el tramo de estudio que es Av. Huaragal Parcela 24, Carabayllo, con el fin de seleccionar los puntos para la realización de calicatas.

**Figura 3.** Av. Huaragal, Parcela 24



Fuente: Elaboración propia.

- Se ejecutaron 3 calicatas en el tramo de muestra de estudio con una base de 0.80 m y profundidad de 1.50 m, distribuidas convencionalmente a 1km entre cada calicata.

**Figura 4.** Calicata N°1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5. Calicata N°2**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6. Calicata N° 3**



Fuente: Elaboración propia.

- Se procedió a colocar cada muestra en costales separados para luego ser llevada al laboratorio y así establecer sus respectivos ensayos.



**Figura 7. Muestra N°1**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8. Muestra N°2**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9. Muestra N°3**



Fuente: Elaboración propia.

ETAPA 3: Estudio de suelos de las calicatas (

- Se procede a realizar el cuarteo de las 3 calicatas.

**Figura 10.** Cuarteo de la C-01



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11.** Cuarteo de la C-02



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12.** Cuarteo de la C-03

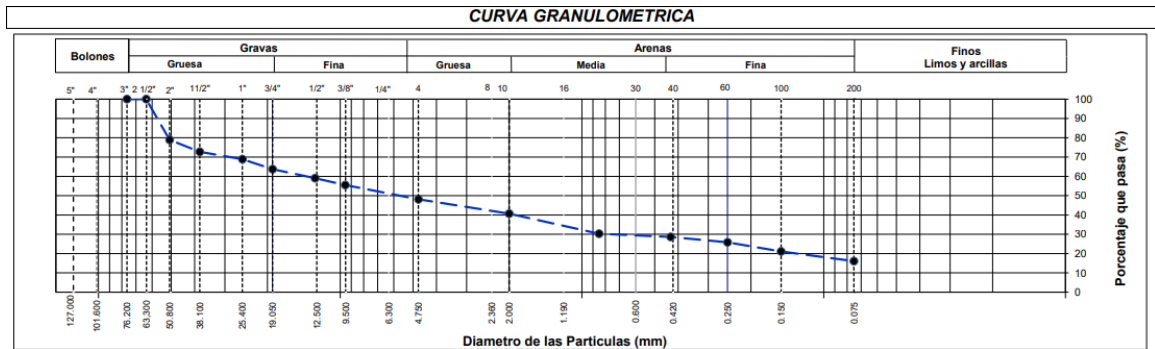


Fuente: Elaboración propia.

- Análisis Granulométrico (ASTDM D-422): Separar las tres muestras por tamaño de partículas método de tamizado



**Figura 16.** Curva granulométrica C-3



Fuente: Elaboración propia.

- Contenido de humedad (ASTDM D-2216): Secado de las 3 muestras al horno por 24 horas, a temperatura de  $110^{\circ}\pm 5c$ .

**Figura 17.** Preparación de las muestras para su colocación en horno



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.** Ensayo CH de las muestras natural

Descripción	C-1	C-2	C-3
Contenido de Humedad (ASTM D2216)	8.0	4.5	1.9

Fuente: Elaboración propia.

- Límites de Atterberg (ASTDM D-4318): Se determina el LL, LP y el IP de las 3 muestras.

**Figura 18.** Límite Líquido C.-1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 19.** Límite Líquido C.-2



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20.** Límite Líquido C.-3



Fuente: Elaboración propia



**Figura 21. Limite Plástico C.-1**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22. Limite Plástico C.-2**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23. Limite Plástico C.-3**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Límites de consistencia de la muestra patrón

<b>Límites de Atterberg</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>
Limite Liquido (LL)	29	28	25
Limite Plástico (LP)	18	19	15
Índice Plástico (IP)	11	9	10

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6.** Clasificación de suelos

<b>Clasificación de suelo</b>	<b>C-1</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>
Grava (%)	7.4	4.9	51.9
Arena (%)	40.9	43.2	32.0
Finos (%)	51.7	51.9	16.1
SUCS	CL	CL	GC
AASHTO	A-6 (2.68)	A-4 (1.88)	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia.

- Analizamos las muestras de las tres calicatas encontramos que las propiedades físicas de dos de las muestras eran similares (CL) Y una diferente (GC) por lo que decidimos utilizar la calicata 01 siendo esta a realizar los distintos ensayos a concretar en el laboratorio.

#### ETAPA 4: Ensayos de laboratorio:

- En esta etapa se ejecutan los respectivos ensayos de laboratorio
  - Índice de plasticidad ASTM D-4318
  - Contenido de humedad ASTM D-2216
  - Máxima densidad seca ASTM D-1557
  - Capacidad portante ASTM D-1833
- Se procederá a incorporar los porcentajes de 8%, 10% y 12% de cloruro de magnesio a cada dosificación se le realizará el ensayo de CH, IP, MDS y capacidad portante.

- Limite Liquido (ASTDM D-423): Se determina por el método del aparato de Casagrande.

**Figura 24.** Ensayo Limite Líquido con 8% MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25.** Ensayo Limite Líquido con 10% MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.



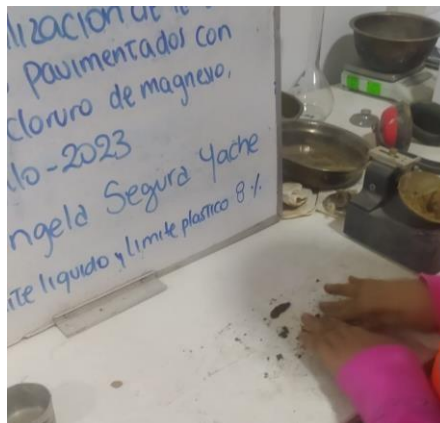
**Figura 26.** Ensayo Limite Líquido con 12% de MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.

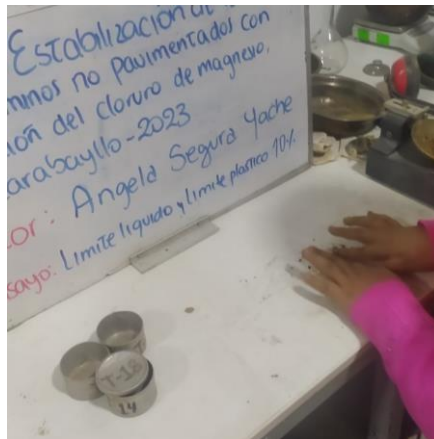
- Limite Plástico (ASTDM D-423): Se determina las muestras envolviendo la masa con la mano y aplicar presión para enrollar la masa formando un hilo uniforme en todas partes. La cantidad del amasado varía mucho de acuerdo a las muestras.

**Figura 27.** Ensayo Limite Plástico con 8% de MgCl<sub>2</sub>



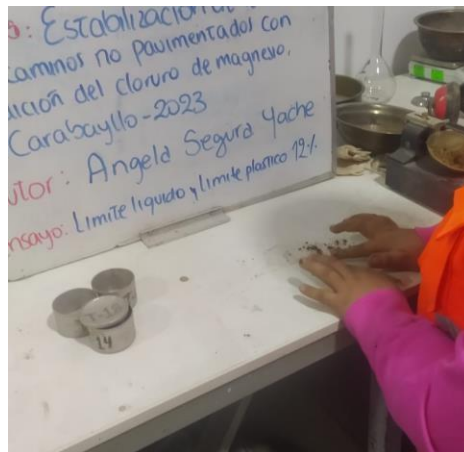
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 28.** Ensayo Limite Plástico con 10% de MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29.** Ensayo Limite Plástico con 12% de MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.

- Proctor modificado ASTM D-1557: Comprimir el material del modelo con la adición de 8%, 10% y 12% de MgCl<sub>2</sub> dentro del molde en 5 capas, se dan 56 golpes.

**Figura 30.** Ensayo de Proctor Modificado



Fuente: Elaboración propia.

- Capacidad portante ASTM D-1833: Apisonamiento del material patrón, del 8%, 10% y 12% de cloruro de magnesio dentro del molde se ponen 5 capas, se dan 56 golpes en el primero, 25 golpes en el segundo y en ultimo 12 golpes.

**Figura 31.** Ensayo de CBR



Fuente: Elaboración propia.

- Lectura de Expansión (MTC E 132.): Los moldes se sumergieron en agua durante 96 horas y se midió la expansión cada 24 horas., con material patrón y muestras del 8%, 10% y 12% de cloruro de magnesio.

**Figura 32.** Lectura de Expansión



Fuente:Elaboración propia.

**Figura 33.** Lectura de Penetración CBR



Fuente: Elaboración propia

## ETAPA 5: Obtención de resultados

- Finalizamos cada proceso que hemos obtenido, logrando comprar de manera exitosa con las otras muestras que fueron modificadas.

**Método de análisis de datos:** En este estudio, el análisis de datos se realizará utilizando técnicas como la creación de tablas, gráficos y diagramas de regresión lineal. La interpretación de los resultados se realiza mediante estadística descriptiva, además, se utilizará estadística inferencial para evaluar y probar hipótesis relacionadas con los objetivos de la investigación. Para ello se utilizarán diversos procedimientos de inferencia estadística necesarios.

**Aspectos éticos:** Se ha considerado los principios y reglas morales respecto a la confidencialidad y protección de las contribuciones de los autores que seleccione en mi proyecto de investigación, se respetó se observó la confiabilidad de los datos de la prueba, junto con los datos obtenidos mediante el panel de observación.

Esta investigación incluye y se fundamenta en los siguientes aspectos éticos:

- Principio de autonomía: se respeta la dignidad de los participantes en el proceso de investigación, todas las actividades de búsqueda de información. Deben realizarse en un ambiente muy saludable y garantizar la libertad de elección.
- Principio de equidad: Este principio tiene como objetivo garantizar que cada participante tenga igualdad de oportunidades para buscar información y realizar investigaciones con honestidad.
- Los resultados de la tesis doctoral no serán editados y reflejarán el desarrollo de esta investigación.
- Este proceso de citación y referenciación estará apoyado en la herramienta TURNITIN, que permite identificar similitudes hasta en un 20% del trabajo terminado.
- Las referencias bibliográficas se obtendrán en formato ISO 690

### III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los análisis descriptivos correspondientes. Se realizaron pruebas, primero se muestra la prueba de granulometría, en segundo, el ensayo índice de plasticidad tercero, el ensayo MDS y finalmente el ensayo Capacidad portante

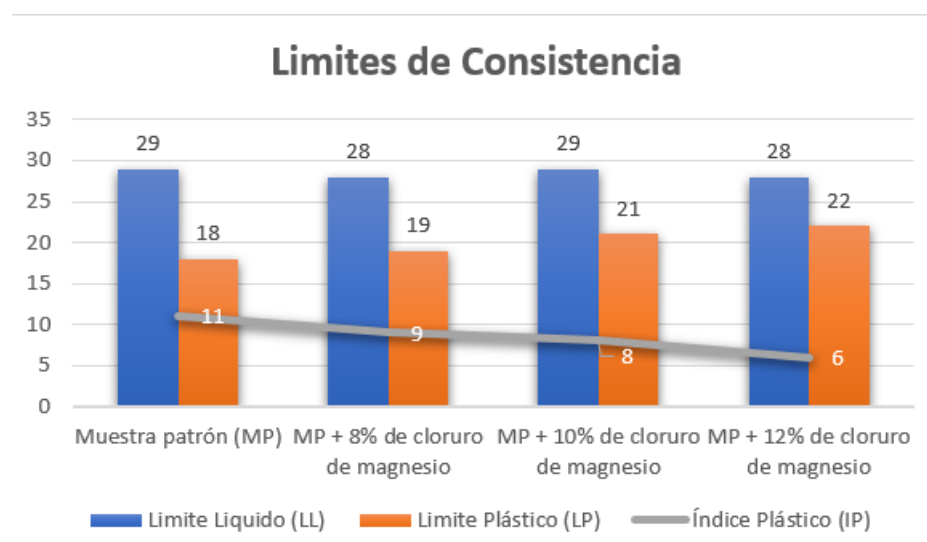
#### Índice de Plasticidad:

**Tabla 7.** Resultados de límites de consistencia con adición de MgCl<sub>2</sub>

Límites de Atterberg	Muestra patrón	MP + 8% MgCl <sub>2</sub>	MP + 10% MgCl <sub>2</sub>	MP + 12% MgCl <sub>2</sub>
Límite Líquido	29	28	29	28
Límite Plástico	18	19	21	22
Índice Plástico	11	9	8	6

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34.** Gráfico de los Límites de consistencia e IP de MgCl<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

Según la tabla N°7 y la figura N°36 se evidencia que en todas las dosificaciones el índice de plasticidad disminuye, obteniéndose una disminución máxima del 11.00 al 6.00, la norma indica que el IP <7 representa a suelos poco arcillosos de baja plasticidad ya que al obtener un IP bajo garantiza que se comporte como un terreno natural y de drenaje rápido por ende a menor IP mejores resultados de clasificación de suelos por ende a menor IP mejores resultados de clasificación de suelos.

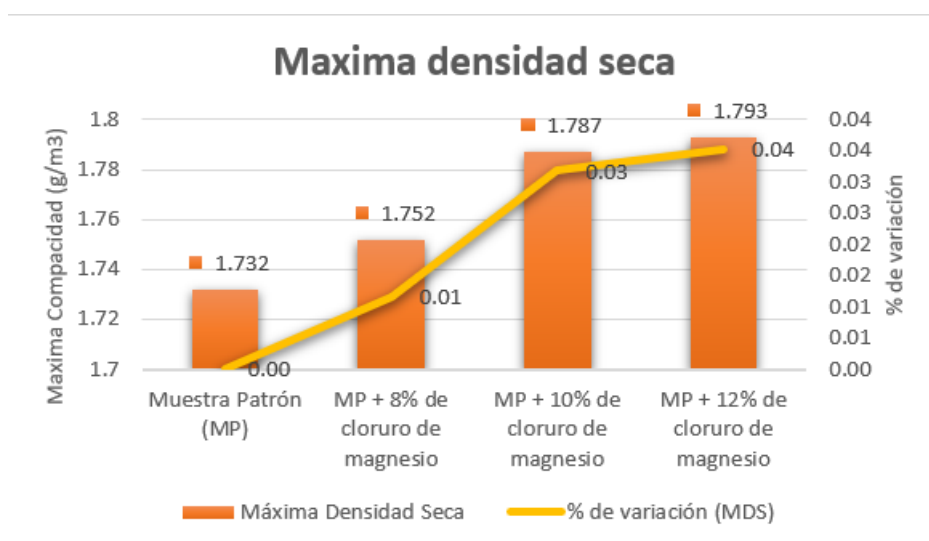
**Máxima densidad seca:** Para evaluar la influencia del MgCl<sub>2</sub> en el grado máximo de compactación, se desarrolló utilizando una prueba Proctor modificada que determina la compactación, permitiendo comparar muestras de referencia y suplementarias añadiendo el 8%, 10% y 12% de MgCl<sub>2</sub>. Este ensayo se hizo conforme lo estipula la norma MTC E115 a cargo de un experto en la materia.

**Tabla 8.** Ensayo de MDS para calcular el OCH Y MDS

Próctor Modificado	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	% variación (MDS)	% variación (OCH)
Muestra Patrón (MP)	1.732	13.1	0.0%	0.00
MP + 8% de cloruro de magnesio	1.752	11.0	0.01	-0.16
MP + 10% de cloruro de magnesio	1.787	8.8	0.03	-0.33
MP + 12% de cloruro de magnesio	1.793	8.3	0.04	-0.37

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35.** Gráfico de la máxima densidad seca

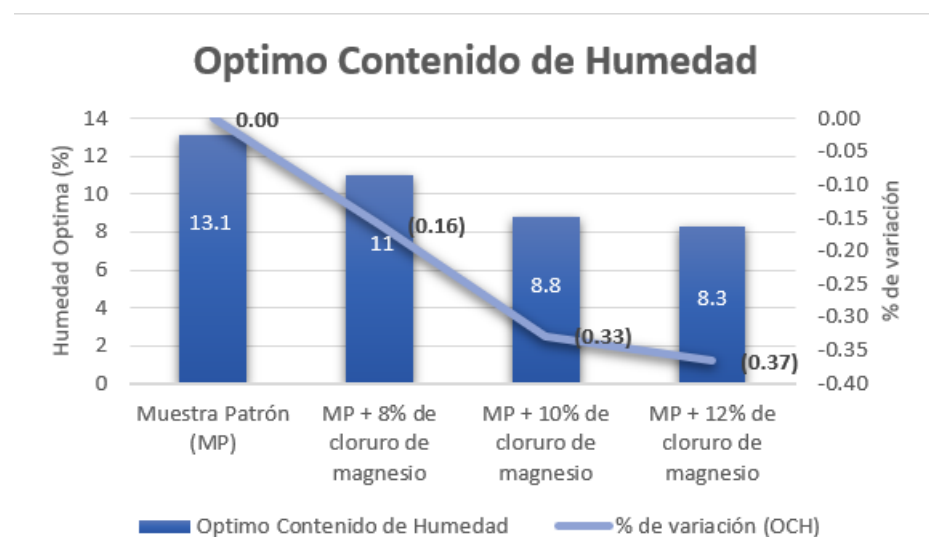


Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según la tabla N°8 y la figura N°37 se evidencia que en todas las dosis la densidad máxima seca es proporcional al aditivo del cloruro de magnesio por lo cual se obtiene un incremento máximo del 1.732 gr/cm<sup>3</sup> al 1.793 gr/cm<sup>3</sup>, esto significa que cuanto más contiene del producto, mayor es el MDS.

**Figura 36.** Gráfico del Optimo CH



Fuente: Elaboración propia



**Interpretación:**

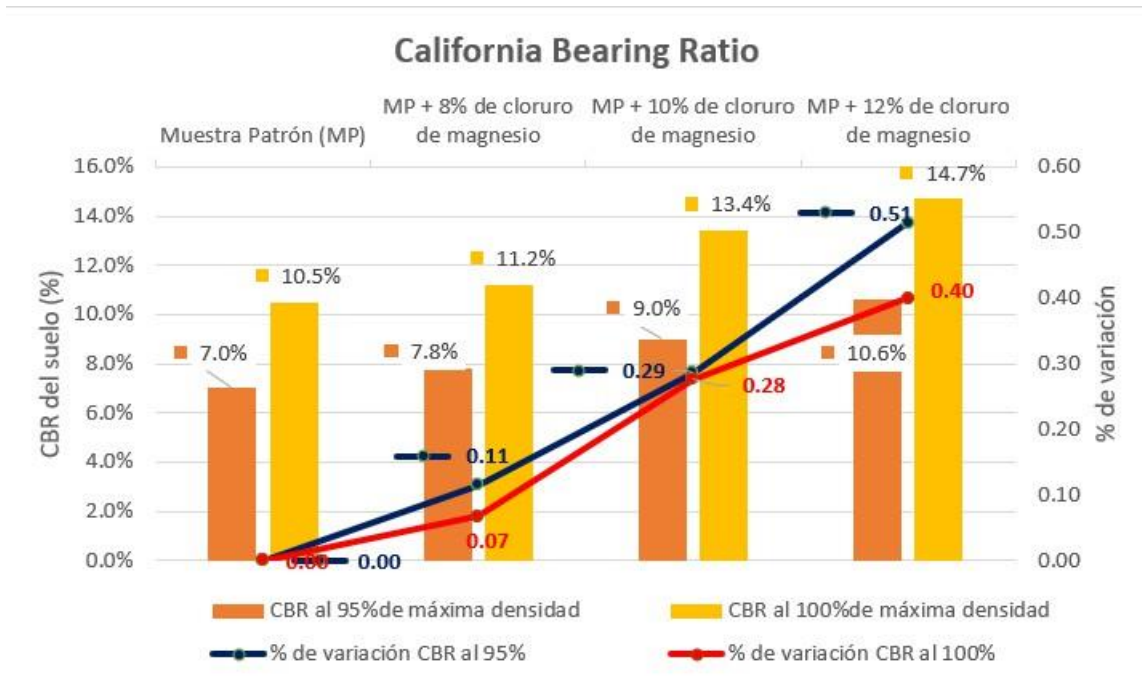
Según la tabla N°8 y la figura N°38 se evidencia que en todas la dosis de Optimo CH es inversamente proporcional al añadir del cloruro de magnesio, obteniéndose una disminución máxima del 13.1% al 8.3%, esto significa que cuanto más producto se incluyan, menor será el OCH.

**Capacidad portante:****Tabla 9.** Resultados de CBR de las muestras experimentales calicata

<b>% adición</b>	<b>CBR 95% %</b>	<b>CBR 100% %</b>	<b>% de variación 95%</b>	<b>% de variación 100%</b>
Muestra Patrón (MP)	7	10.5	0.00	0.00
MP + 8% de cloruro de magnesio	7.8	11.2	0.01	0.01
MP + 10% de cloruro de magnesio	9	13.4	0.03	0.03
MP + 12% de cloruro de magnesio	10.6	14.7	0.04	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37.** Gráfico del Ensayo de CBR adicionando MgCl2



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Según la tabla N°9 y la figura N°39 se evidencia el efecto positivo del estabilizador en la subrasante ya que el % de CBR es proporcional a la cantidad de cloruro de magnesio obteniendo un incremento máximo inicial del CBR al 95% en un 7% al 10.6 %, por ello el CBR del 100% se tiene un porcentaje inicial de 10.5% al 14.7%. en relación a la muestra patrón, la norma indica que si el CBR es  $\geq 10\%$  a  $CBR < 20\%$  ayuda a estabilizar un suelo arcilloso lo sobre lo cual se logró obtener una buena subrasante que alcanza mayor resistencia al suelo.

## IV. DISCUSIÓN

### Indicador 1: Contenido de Humedad

En este estudio se encontró que los mejores resultados de CH fueron la D4 que contiene (12% MgCl<sub>2</sub>), alcanzando una disminución del 13.1% al 8.3% respecto a la muestra patrón. Según el trabajo de Paiva, Vladimir (2020), encontró que la mayor disminución del contenido de humedad en un suelo estabilizado con MgCl<sub>2</sub> fue con un porcentaje de 5.00%, disminuyendo en del 10.5% al 8.2% respecto al suelo patrón. Estos resultados son semejantes porque se puede evidenciar que la adición de MgCl<sub>2</sub> ayuda a disminuir considerablemente los porcentajes de contenido de humedad conforme se incrementa el porcentaje de aditivo.

### Indicador 2: Índice plástico

En este estudio se encontró que los mejores resultados de IP fueron la D4 que contiene (12% MgCl<sub>2</sub>), alcanzando una disminución del 13.1% al 8.3% respecto a la muestra patrón. Según el trabajo de Pumaricra, Dulce (2019), donde realizaron el mismo ensayo para identificar el IP obteniendo que el suelo estabilizado con MgCl<sub>2</sub> con un porcentaje de 6.00%, ayuda a disminuir con una variación de 6.82% a 4.88% respecto a la muestra patrón. Estos resultados son semejantes ya que se pueden evidenciar que la adición de MgCl<sub>2</sub> ayuda a disminuir considerablemente los porcentajes de índice de plasticidad.

### Indicador 3: Máxima densidad seca

En este estudio se encontró que los mejores resultados respecto a la máxima densidad fueron la D4 que contiene (12% MgCl<sub>2</sub>), alcanzando un incremento del 1.732 gr/cm<sup>3</sup> al 1.793 gr/cm<sup>3</sup> respecto a la muestra patrón. Según el trabajo de Ticona, Walter (2021), donde realizaron el mismo ensayo para identificar el IP obteniendo que el suelo estabilizado con MgCl<sub>2</sub> con un porcentaje de 9.00%, ayuda a incrementar de 1.817 gr/cm<sup>3</sup> a 1.897 gr/cm<sup>3</sup> respecto a la muestra patrón. Estos resultados son semejantes, porque se pueden evidenciar que dadas sus propiedades

la adición de  $MgCl_2$  influye significativamente ayudando a incrementar la máxima densidad.

#### Indicador 4: Capacidad Portante

En este estudio se encontró que los mejores resultados respecto a la capacidad portante fueron la D4 que contiene (12%  $MgCl_2$ ), logrando un incremento respecto a la muestra patrón, con el CBR del 95% se obtuvo como resultado 7% al 10.6% de igual manera se realizó el ensayo de CBR al 100%, y se obtuvieron como resultados 10.5% al 14.7%. Según el trabajo de Carbajal, Abel (2021), donde realizaron el mismo ensayo para identificar la capacidad portante con un porcentaje de 4.00%, ayuda a incrementar de 5.2% al 22.3% respecto a la muestra patrón. Estos resultados son semejantes, porque se pueden evidenciar que dadas sus propiedades la adición de  $MgCl_2$  influye significativamente ayudando a incrementar la máxima densidad.

## V. CONCLUSIONES

Luego de evaluar en el presente trabajo como influye la adición de MgCl<sub>2</sub> en el CH se ha determinado que la mayor disminución se obtuvo con la dosificación de cloruro de magnesio D4(12%) alcanzando una disminución del orden de 4.8% respecto al suelo patrón según se indica la tabla N°8 y el grafico N°38.

Luego de identificar en el presente trabajo se determinó que con adición MgCl<sub>2</sub> mejora los valores del IP significativamente de la subrasante en carreteras no pavimentadas se ha determinado que la mayor disminución se obtuvo con la dosificación de cloruro de magnesio D4(12%) disminuyendo con una variación del orden de 5% respecto al patrón según se indica la tabla N°7 y el grafico N°36.

Luego de examinar en el presente trabajo se ha evaluado que la con incorporación de MgCl<sub>2</sub> mejora la MDS incrementado los valores de 1.732 gr/cm<sup>3</sup> al 1.793 gr/cm<sup>3</sup> respecto a la muestra patrón se obtuvo con la dosificación de cloruro de magnesio D4(12%) incrementa con una variación del orden de 0.04% respecto al patrón según se indica la tabla N°8 y el grafico N°37.

Luego de determinar el presente trabajo se estableció que al añadir MgCl<sub>2</sub> en la capacidad portante del terreno (subrasante), este influye en el incremento de un 3.5% del CBR 95% del 7.00% al 10.6% respecto a la muestra patrón mediante la incorporación del D4 (12%) de MgCl<sub>2</sub>. Por lo tanto, el efecto potenciador de la bischofita está directamente relacionado con los porcentajes recomendado, con respecto a la Capacidad Portante del terreno, el cual queda comprobada según la tabla N° 9 y el grafico N°39. Este valor se encuentra dentro de la norma NTP 339.145.

Luego del desarrollo del trabajo de investigación se ha evaluado que al adicionar MgCl<sub>2</sub> influye significativamente la estabilidad de la subrasante en caminos no pavimentados; siendo la dosificación D4 (12% de MgCl<sub>2</sub>) que incrementa la estabilización de subrasante en la carretera de Carabayllo, debido a que los valores de sus parámetros físicos disminuyeron y mecánicos se incrementaron.

## VI. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del ensayo de estabilidad del suelo con cloruro de magnesio, se dan las siguientes recomendaciones:

En este estudio al escoger el porcentaje de 12% se logró obtener una disminución en el IP con respecto al  $MgCl_2$  por lo que se recomienda a futuras investigaciones realizar más estudios sobre la dosificación de  $MgCl_2$  en la estabilidad de suelos para ver qué cambios pueden ocurrir y así obtener mejores resultados en cuanto a la disminución del índice de plasticidad.

Se recomienda utilizar cloruro de magnesio a razón del 12% ya que si presenta resultados positivos ayudando a disminuir los valores del contenido de humedad y así obtener una buena estabilización de suelos.

En esta investigación se al elegir el porcentaje del 12% se logró incrementar la máxima densidad lo que ayudara a estabilizar el suelo peruano u otro camino que requiera de estabilización no está demás invitar a nuevos investigadores a incorporar mayor dosificación de  $MgCl_2$  para si esta influye de la misma manera o de lo contrario aumenta aún más sus valores.

En esta investigación, al elegir un 12% de  $MgCl_2$ , la capacidad portante de la cimentación aumentó en comparación con el suelo original. Se recomienda utilizar cloruro de magnesio, lo que dará como resultado una mayor diferencia en la resistencia de la subrasante ya que podría ser una excelente solución para muchas de las vías sin pavimentadas del Perú, sólo necesita más atención y análisis de su comportamiento en los trabajos que se han realizado con este aditivo.

## REFERENCIAS

CHÁVEZ, Erik. Comparación del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de sodio como estabilizante químico para mejorar la subrasante en la vía a la cantera Santa Rita, distrito de Pariñas Talara-Piura. Tesis (grado de maestría). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería. 2019. Disponible en:

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5060>

HEITZER, Christian. Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados. Tesis (grado de pregrado). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. 2017. Disponible en:

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23014/3560900231931UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRIONES, Alejandra. Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. 2018. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14071>

ARAUJO, Cynthia y VERA, Walter. Evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado Ocoña-Piura / Camaná-Arequipa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Perú: San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2017. Disponible en:

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3236>

ZAMBRANO, Jefferson. Estabilización química con Cloruro de Magnesio en el diseño del camino - Villa las Orquídeas - Puente Piedra en el 2016. Tesis (grado de pregrado). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2017. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1541>

DAZA, Angie y RODRIGUES, Sebastián. Especificaciones de construcción de afirmados, bases, subbases y pavimentos asfálticos para carreteras. Colombia: Universidad Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Facultad de Ingeniería. 2018. Disponible en:

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1661/Daza%20Acevedo%20C%20Angie%20Tatiana-2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

GRIMALDO, Águila. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería. 2019. Disponible en:

---

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/927>

GALARZA, Carlos. Los alcances de una investigación. Universidad Católica del Ecuador. Científico del Centro de investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos MIST de la Universidad Tecnológica Indoamérica.2020. Disponible en :

<http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/336>



PUMARICRA, Dulce. Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físicomecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas. Tesis (grado de pregrado). Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas, Facultad de Ingeniería. 2019. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1660/Pumaricra%20Quispe%20Dulce%20Perla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CALDERON, Marco. Mejoramiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado mediante el uso de cloruro de magnesio como mejorador de la capacidad de soporte. Tesis (grado de pregrado). Perú: Universidad Alas Peruanas, Facultad de Ingeniería. 2017. Disponible en:

[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2867/tesis\\_mejoramie nto.superficie.rodadura\\_a%20nivel.afirmado\\_uso.Cloruro.Magnesio\\_mejorador\\_cap acidad.soporte.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2867/tesis_mejoramie nto.superficie.rodadura_a%20nivel.afirmado_uso.Cloruro.Magnesio_mejorador_cap acidad.soporte.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PONCE, Daysi. Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería. 2018. Disponible en:

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/cc5379df-fd22-480b-b293-8dffb0008ec0>

CARBAJAL, Abel. Cloruro de magnesio hexahidratado en la estabilización de suelos en el anexo león pampa, tayacaja, huancavelica - 2020. Tesis (grado de pregrado). Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería. 2020. Disponible en:

[https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5820/T037\\_73611291\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5820/T037_73611291_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TICONA, Walter y GARCIA Pedro. Aplicación del cloruro de magnesio como alternativa natural para incrementar la estabilización del suelo de la carretera Juliaca – Caminaca, 2021 Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2021. Disponible en:

---

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66020>

PELAYZA Alberto. Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos adicionando cloruro de sodio y cloruro de magnesio, Huancayo 2022. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2022. Disponible en:

---

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98814>

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa cualitativa y mixta. Ciudad de México, México. 2018 disponible en:

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

MATA, Luis. Confiabilidad y validez en la investigación cuantitativa, distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2020. Disponible en:

<https://investigaliacr.com/investigacion/confiabilidad-de-instrumentos-y-validez-de-resultados-en-la-investigacion-cuantitativa/>

QUINTANA, Diana y VERA, Mithdwar. Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50% y 100%. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco(2017). Disponible en :

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1212>

OCÓN, Jaime. Investigación. . Influencia del índice de plasticidad en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017 Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/688>

CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. Revista de Investigación Polo del Conocimiento, (46): 1-8, 2020. ISSN: 2550-682X, Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518100>

LLANO, Eliana, RIOS, Diana y RESTREPO, Gloria. Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad, s.l: Revista de Investigación Tecnológicas, 23 (49): 185-199, 2020. ISSN: 2256-5337. Disponible en:

<https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1624>

SANDOVAL, Eimar y RIVERA, William. Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, (1): 12-24, 2019. ISSN: 1909-7735. Disponible en:

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/3478>

HADI, Mohamed, et al. Metodología de la investigación. 1.ª ed. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C 2023. Disponible en:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-cayetano-heredia/psicologia-de-la-personalidad/73-metodologiadelainvestigacion-1-libro-2023/51591897>

MEDINA, Miguel, et al. Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación 1.da. ed. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C2023. Disponible en:

<https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/view/90/133/157>

ARIAS, Jose et al. Metodología de la investigación. 1.da. ed. Editorial INUDI Revista Científica Disciplinarias 2022. Disponible en:

<https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/view/22/16/32>

MANUAL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS RIGIDOS, (2018). Disponible en:

<https://civilgeeks.com/2018/09/07/manual-de-diseno-estructural-de-pavimentos-rigidos/>

PINO, Raul. Metodología de la investigación - elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2.da. ed. San Marcos: Lima, 2018. Disponible en:

[https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion\\_45752](https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion_45752)

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. 2.a ed. Marcos: San Marcos: Lima, 2018. Disponible en:

[https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica\\_45761](https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761)

PAIVA , Vladimir. Influencia del cloruro de magnesio en la estabilización del suelo para su uso en la carretera Huancaray – San Antonio de Cachi Km. 21+370 al 21+ 870, Región Apurímac Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60845>

OCHOA, Roselva. NAVA, Ninoska, FUSIL, Damaris. Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. Universidad de San Luis. 2020 disponible en:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-san-luis-gonzaga/ciencias-basicas/dialnet-compresion-epistemologica-del-tesista-sobre-investigac-7407375/63786647>

ÑAUPAS, Humberto Metodología de la investigación Mexico 2018 . Disponible en:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

## ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con <b>adición de cloruro de magnesio</b> , Carabayllo-2023.							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente (x)	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿De qué manera la <b>adición de cloruro de magnesio</b> influye en la <b>estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023?	Determinar la influencia con <b>adición de cloruro de magnesio</b> en la <b>estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023.	La <b>adición de cloruro de magnesio</b> influye de manera <b>positiva</b> en la <b>estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023.	<b>Adición de cloruro de magnesio</b>	Características del cloruro de magnesio	Higroscópica	MTC E 1109	
					Ligante		
					Resistente a la evaporación		
					Dosificación	0%	
						8%	
		10%					
					12%		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable dependiente (y)	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
¿Como la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permitirá mejorar el contenido de <b>humedad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023?	Evaluar la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> para mejorar contenido de <b>humedad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023	La <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permite mejorar contenido de <b>humedad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023	<b>Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados</b>	Propiedades Físicas	Contenido de humedad	MTC E 108-ASTM D2216	
¿En que medida la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permitirá mejorar índice de <b>plasticidad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023?	Identificar la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> para mejorar índice de <b>plasticidad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023	La <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permite mejorar el índice de <b>plasticidad</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023			Índice de plasticidad	(MTC E 110 - MTC E 111)	
¿De que manera la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permitirá mejorar la <b>máxima densidad seca</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023?	Examinar la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> para mejorar la <b>máxima densidad seca</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023	La <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permite mejorar la <b>máxima densidad seca</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023			Máxima densidad seca	(MTC E 115-ASTMD1557)	
¿En cuanto mejora la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permitirá mejorar la <b>capacidad portante</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023?	Determinar la <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> para mejorar <b>capacidad portante</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023	La <b>estabilización con adición de cloruro de magnesio</b> permite mejorar la <b>capacidad portante</b> de la <b>subrasante en caminos no pavimentados</b> , Carabayllo-2023			Propiedades Mecánicas	California Bearing Ratio-CBR	MTC E 132--ASTM D1883

## Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RAZÓN
Adición de cloruro de magnesio (Variable Independiente)	Es una sal de magnesio obtenido de sales, es utilizada como estabilizador químico de suelos ya que reduce el deterioro superficial de las carpetas granulares de rodado, como también controla la emisión de polvo.	La adición de cloruro de magnesio influye de manera positiva en la estabilización de la subrasante de caminos no pavimentados, Carabaylo - 2023.	Dosificación óptima del cloruro de magnesio	0%	RAZÓN
				8%	
				10%	RAZÓN
				12%	
Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados	Mejorar razonablemente las condiciones de las carreteras sin pavimentar, es necesaria para el desarrollo del país así como también es necesario aplicar, mejorar y promover el funcionamiento adecuado de las carreteras.	Se plantea operacionalizar las mismas propiedades físicas y mecánicas de la subrasante para determinar el contenido de humedad, índice de plasticidad, máxima densidad seca y capacidad portante	Propiedades Físicas	Contenido de humedad	RAZÓN
				Índice de plasticidad	RAZÓN
			Propiedades Mecánicas	Máxima densidad seca	RAZÓN
				Capacidad portante	RAZÓN



### Anexo 3. Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Ficha técnica de recolección de datos: Dosificación del cloruro de magnesio

"Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023"

#### Parte A: Datos generales

Tesista: Angela Segura Yache

Fecha: Lima 2024

#### Parte B: Dosificación de cloruro de magnesio

8%	OK
10%	OK
12%	OK

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
Apellidos: Capillo Sevillano Nombres: Gian N° CIP 266979 Firma:	Apellidos: Romero Muñoz Nombres: Luis Angel N° CIP 323981 Firma:	Apellidos: Rodas Zegarra Nombres: Julio N° CIP 254271 Firma:
 ----- GIAN ANTONIO CAPILLO SEVILLANO Ingeniero Civil CIP N° 266979	 ----- LUIS ANGEL ROMERO MUÑOZ Ingeniero Civil CIP N° 323981	 ----- JULIO RODAS ZEGARRA Ingeniero Civil CIP N° 254271

## Anexo . Resultados (Ensayo de granulometría)



Tel: (01) 480-8019  
 Cel: 980703014 / 933846839  
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, Lt 57, Los Olivos  
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS		Código	FCR 4.5R-M5-001
				Revisión	4
				Aprobado	C.C. RJS
				Fecha	20/02/24
REFERENCIA	Datos de la muestra				
SOLICITANTE	Angelo Sigua				
TEST	Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cenizas de olivino de mágnesis, Carabaylo 2023				
UBICACIÓN	Carabaylo				
Calicata	c-1				Fecha de ensayo
Muestra					18/04/2024
Profundidad	1.5m m				

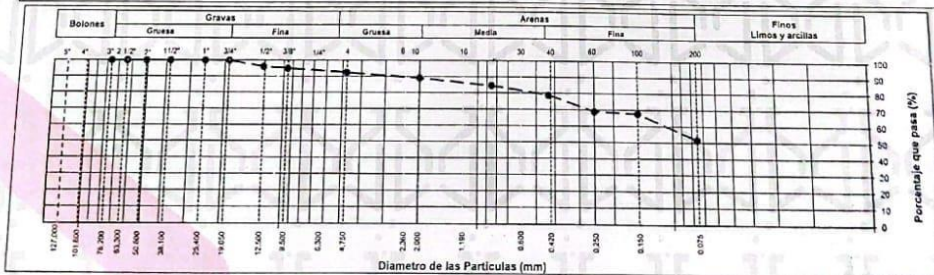
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA																																															
3"	76.200	100.00		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</th> </tr> <tr> <td>Contenido Humedad (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">8.0</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</th> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</th> </tr> <tr> <td>Grava (%)</td> <td style="text-align: center;">7.4</td> <td style="text-align: center;">Arena (%)</td> <td style="text-align: center;">40.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Finos (%)</td> <td style="text-align: center;">51.7</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN DE SUELOS</th> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS (ASTM D2487)</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">CL</td> </tr> <tr> <td>Clasificación AASHTO (ASTM D3282)</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">A-5 (2.68)</td> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Nombre del Grupo</th> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td style="text-align: center;">Arcilla arenosa de baja plasticidad</td> </tr> </table>	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			Contenido Humedad (%)	8.0		LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)			Límite Líquido (LL)	29		Límite Plástico (LP)	18		Índice Plástico (IP)	11		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)			Grava (%)	7.4	Arena (%)	40.9			Finos (%)	51.7	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			Clasificación SUCS (ASTM D2487)			CL	Clasificación AASHTO (ASTM D3282)			A-5 (2.68)	Nombre del Grupo						Arcilla arenosa de baja plasticidad
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)																																																			
Contenido Humedad (%)	8.0																																																		
LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)																																																			
Límite Líquido (LL)	29																																																		
Límite Plástico (LP)	18																																																		
Índice Plástico (IP)	11																																																		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)																																																			
Grava (%)	7.4	Arena (%)	40.9																																																
		Finos (%)	51.7																																																
CLASIFICACIÓN DE SUELOS																																																			
Clasificación SUCS (ASTM D2487)			CL																																																
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)			A-5 (2.68)																																																
Nombre del Grupo																																																			
			Arcilla arenosa de baja plasticidad																																																
2 1/2"	63.500	100.00																																																	
2"	50.800	100.00																																																	
1 1/2"	38.100	100.00																																																	
1"	25.400	100.00																																																	
3/4"	19.050	100.00																																																	
1/2"	12.700	96.27																																																	
3/8"	9.530	95.10																																																	
N° 4	4.750	92.60																																																	
N° 10	2.000	89.18																																																	
N° 20	0.850	84.62																																																	
N° 40	0.430	78.91																																																	
N° 60	0.250	69.04																																																	
N° 100	0.150	67.67																																																	
N° 200	0.075	51.71																																																	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad  
 ASTM 2488

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identifica un tipo de suelo inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.

### CURVA GRANULOMETRICA



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: C.C. RJS  <b>Cilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 239741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---------------------------------------	--	---



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-LSR-M5-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	29/12/24

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Angela Segura.
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio. Carabayillo-2022.
UBICACIÓN	: Carabayillo
Calicata	: c-2
Muestra	
Profundidad	: 1.5m
	Fecha de ensayo: 18/04/2024

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	/
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	97.58		
3/8"	9.530	97.18		
N° 4	4.750	95.14		
N° 10	2.000	92.53		
N° 20	0.850	87.83		
N° 40	0.430	83.37		
N° 60	0.250	76.16		
N° 100	0.150	63.46		
N° 200	0.075	51.91		

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)	4.5	
LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Limite Líquido (LL)	28	
Limite Plástico (LP)	19	
Índice Plástico (IP)	9	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
4.9	43.2	51.9
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL	
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1.88)	
Nombre del Grupo		
Arcilla arenosa de baja plasticidad		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad  
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5 °C.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



OBSERVACIONES:  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> Vº Bº SUELOS DE MATERIALES	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>Gilder Garcia Guzman</b> INGENIERO CIVIL CIP-N° 299741	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> Control de Calidad JJ GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FORASR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	20/02/24

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Angela Segura		
TESES	Estabilización de la subdrainaje en caminos no pavimentados con adición de cloro de magnesio, Carabayillo 2023		
UBICACIÓN	Carabayillo		
Calicata	0-2		
Muestra			Fecha de ensayo: 18/02/24
Profundidad	1.5m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	/
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	97.58		
3/8"	9.530	97.18		
N° 4	4.750	95.14		
N° 10	2.000	92.53		
N° 20	0.850	87.83		
N° 40	0.430	83.37		
N° 60	0.250	76.16		
N° 100	0.150	63.46		
N° 200	0.075	51.91		

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)	4.5	
LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)	28	
Límite Plástico (LP)	19	
Índice Plástico (IP)	9	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
4.9	43.2	51.9
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL	
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (1.88)	
Nombre del Grupo		
Arcilla arenosa de baja plasticidad		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad  
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



- OBSERVACIONES:
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
  - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ENSAYO DE MATERIALES</b> <b>V°B°</b>	 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <b>Gilder Garcia Guzman</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP N° 299741</b>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-LBR-M5-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2024

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Angela Segura.  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayillo-2023.  
**UBICACIÓN** : Carabayillo

**Calicata** : c-3  
**Muestra** :  
**Profundidad** : 1.5m

Fecha de ensayo: 18/04/2024

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 1.9
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	78.94		
1 1/2"	38.100	72.74		
1"	25.400	68.86		
3/4"	19.050	63.72		
1/2"	12.700	59.09		
3/8"	9.530	55.48		
N° 4	4.750	48.12		
N° 10	2.000	40.67		
N° 20	0.850	30.27		
N° 40	0.430	28.59		
N° 60	0.250	25.86		
N° 100	0.150	21.08		
N° 200	0.075	16.07		

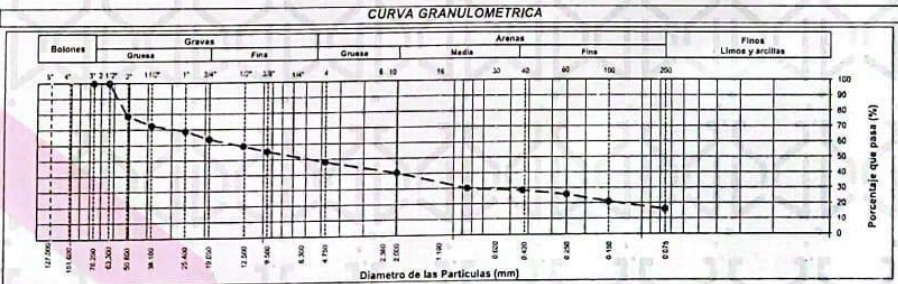
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)  
 Grava (%) 51.9    Arena (%) 32.0    Finos (%) 16.1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS  
 Clasificación SUCS (ASTM D2487) GC  
 Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (0)  
 Nombre del Grupo Grava arcillosa con arena

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 GC Grava arcillosa con arena

**INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5°C.



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 <b>Gilder García Guzman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 7887741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA



## Anexo 4. Ensayo de Índice de Plasticidad



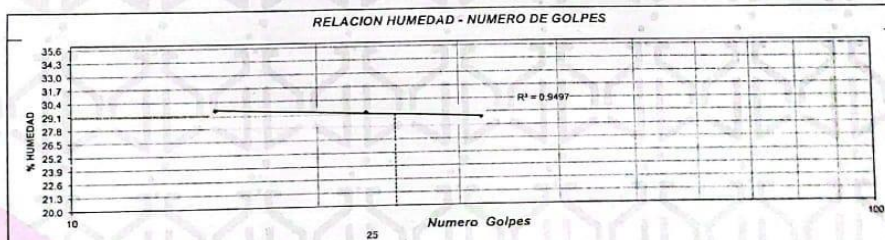
Tel: (01) 480-8019  
 Cel: 980703014 / 933846839  
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos  
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Angela Segura. PROYECTO : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023 UBICACIÓN : Carabaylo Calicata : C-1 Muestra : Patron Profundidad : 1.5mm	
Fecha de ensayo: 18/04/2024	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	41.58	42.20	41.52	30.55	31.80	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.19	33.92	38.60	29.05	30.00	
Peso de Recipiente (C)	g	26.70	5.60	28.40	20.90	20.10	
Peso del Agua (A-B)	g	3.40	6.28	2.92	1.50	1.80	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.49	28.32	10.20	8.15	9.90	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.59	29.24	28.63	18.40	18.18	
N° De Golpes		15	23	32			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	29	18	11



**OBSERVACIONES:**

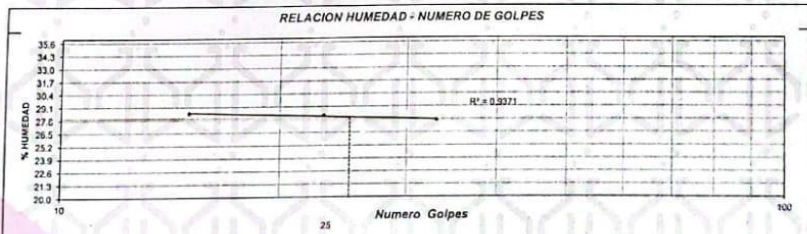
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>Gilder García Guzman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA


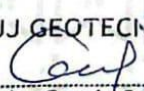

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<b>REFERENCIA</b> : Resultados de Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Angela segura. <b>PROYECTO</b> : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023 <b>UBICACIÓN</b> : Carabaylo <b>Calicata</b> : C-1 <b>Muestra</b> : 8% <b>Profundidad</b> : 1.5m	
Fecha de ensayo: 18/04/2024	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.20	41.10	41.23	31.20	30.90	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	36.85	38.24	38.03	29.55	29.15	
Peso de Recipiente (C)	g	25.10	26.10	26.50	20.90	20.10	
Peso del Agua (A-B)	g	3.35	2.87	3.20	1.65	1.75	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.75	10.14	11.53	8.65	9.05	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	28.51	28.27	27.75	19.08	19.34	
N° De Golpes		15	23	33			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	28	19	9



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

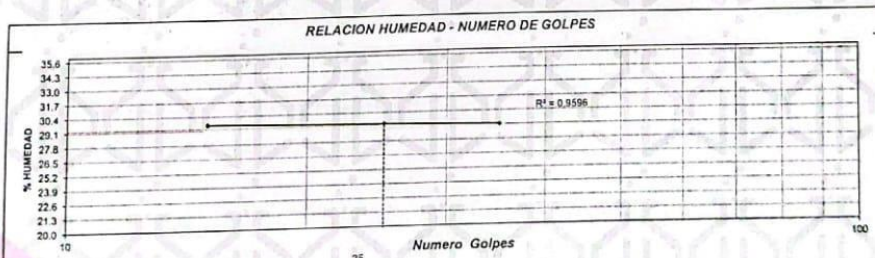
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>Guider García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<b>REFERENCIA</b> : Resultados de Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Angela segura. <b>PROYECTO</b> : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023 <b>UBICACIÓN</b> : Carabaylo <b>Calicata</b> : C-1 <b>Muestra</b> : 10% <b>Profundidad</b> : 1.5m	
Fecha de ensayo: 18/04/2024	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO	
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	42.12	43.24	41.54	30.20	30.45
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.48	39.58	38.12	28.60	28.71
Peso de Recipiente (C)	g	26.20	27.15	26.40	21.10	20.50
Peso del Agua (A-B)	g	3.64	3.66	3.42	1.60	1.74
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	12.28	12.43	11.72	7.50	8.21
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.64	29.44	29.18	21.33	21.19
N° De Golpes		15	25	35		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	29	21	8



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>Gilder Garcia Guzman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<b>REFERENCIA</b> : Resultados de Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Angela segura. <b>PROYECTO</b> : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023 <b>UBICACIÓN</b> : Carabaylo <b>Calicata</b> : C-1 <b>Muestra</b> : 12% <b>Profundidad</b> : 1.5m	
Fecha de ensayo: 18/04/2024	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	43.21	42.51	42.41	35.12	34.20	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.15	38.89	39.10	32.40	31.90	
Peso de Recipiente (C)	g	25.12	26.17	27.10	20.15	21.45	
Peso del Agua (A-B)	g	4.06	3.62	3.31	2.72	2.30	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	14.03	12.72	12.00	12.25	10.45	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	28.94	28.46	27.58	22.20	22.01	
N° De Golpes		15	25	35			

28

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	28	22	6



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniera de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## Anexo 5. Ensayo de Proctor Modificado



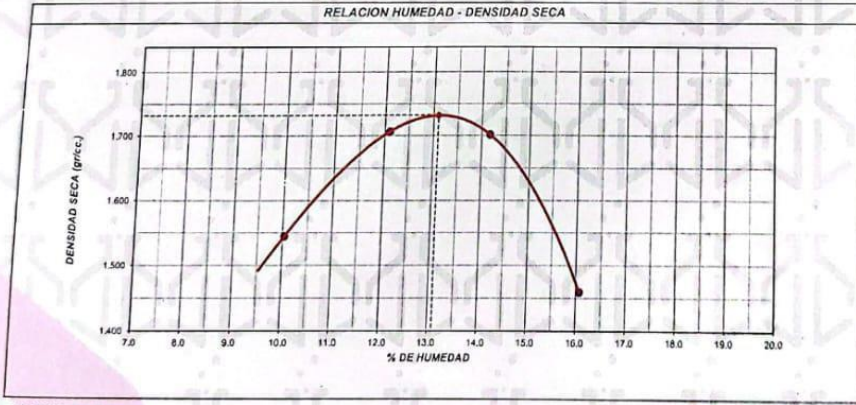
Tel: (01) 480-8019  
 Cel: 980703014 / 933846839  
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, Il 57, Los Olivos  
 Email: Informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557 / MTC E - 115	
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Angela Segura
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio. Carabayillo-2023
UBICACIÓN	: Carabayillo
CALCATA	: C-1
MUESTRA	: Patron
PROFUNDIDAD	: 7.5m
Fecha de ensayo: 19/04/2024	

	Volumen Molde Peso Molde	2116 6513	cm <sup>3</sup> gr.	MÉTODO: "C"	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 10,111	10,562	10,625	10,098	/
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 3,598	4,049	4,112	3,585	/
Peso Volumétrico Humedo	gr/cc 1,700	1,914	1,943	1,694	/
Recipiente Número	A	B	C	D	/
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 613.4	573.5	503.6	656.8	/
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 577.8	536.8	469.6	571.0	/
Peso de la Tara	gr. 223.6	233.8	229.8	37.5	/
Peso del agua	gr. 35.6	36.7	34.0	85.8	/
Peso del suelo seco	gr. 354	303	240	534	/
Contenido de agua	% 10.1	12.1	14.2	16.1	/
Densidad Seca	gr/cc 1,545	1,707	1,702	1,460	/

Densidad Máxima Seca: 1.732 gr/cm<sup>3</sup>      Contenido Humedad Optima: 13.1 %



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

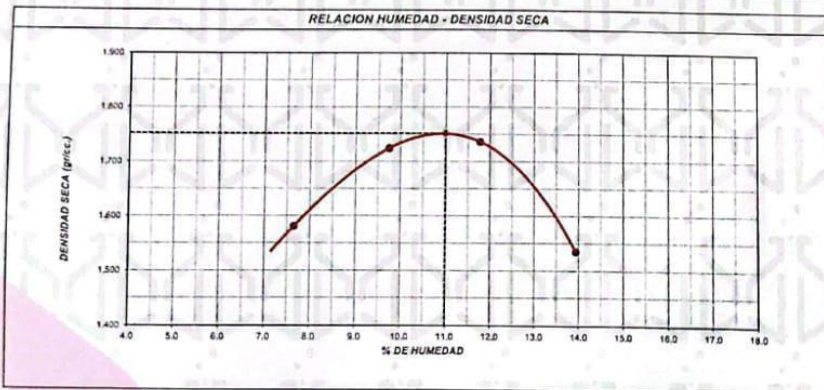
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 <b>Gilder Garcia Guzman</b> INGENIERO CIVIL Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557 / MTC E - 115		
REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Angela Segura.	
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023.	
UBICACIÓN	: Carabaylo	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo: 19/04/2024
MUESTRA	: 8%	
PROFUNDIDAD	: 1.5m	

	Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>	MÉTODO: "C"		
	Peso Molde	6513	gr.			
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>						
		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10.115	10.516	10.621	10.215	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.602	4.005	4.108	3.702	
Peso Volumétrico Humedo	gr/cc	1.702	1.893	1.941	1.750	
Recipiente Número		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	628.4	522.5	678.3	656.8	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	593.3	487.8	631.0	581.0	
Peso de la Tara	gr.	135.3	132.2	229.8	37.5	
Peso del agua	gr.	35.1	34.7	47.3	75.8	
Peso del suelo seco	gr.	458	356	401	544	
Contenido de agua	%	7.7	9.8	11.8	13.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.581	1.724	1.737	1.535	

Densidad Máxima Seca:	1.752 gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Optima:	11.0 %
-----------------------	--------------------------	---------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b>	 <b>Gilder García Guzmán</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP N° 299741</b>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557 / MTC E - 115		
REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Angela Segura.	
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayillo-2023.	
UBICACIÓN	: Carabayillo	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo: 19/04/2024
MUESTRA	: 10%	
PROFUNDIDAD	: 1.5m	

Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>	MÉTODO: "C"
Peso Molde	6513	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,174	10,571	10,601	10,214	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,661	4,058	4,088	3,701	
Peso Volumétrico Húmedo	gr/cc	1,730	1,918	1,932	1,749	
Recipiente Número		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	539.5	613.1	593.4	548.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	516.6	578.0	552.2	493.0	
Peso de la Tara	gr.	133.2	135.5	139.0	37.5	
Peso del agua	gr.	22.9	35.1	41.2	55.2	
Peso del suelo seco	gr.	383	443	413	456	
Contenido de agua	%	6.0	7.9	10.0	12.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.633	1.777	1.757	1.560	

Densidad Máxima Seca:	1.787	gr/cm <sup>3</sup> .	Contenido Humedad Óptima:	8.8	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-----	---



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

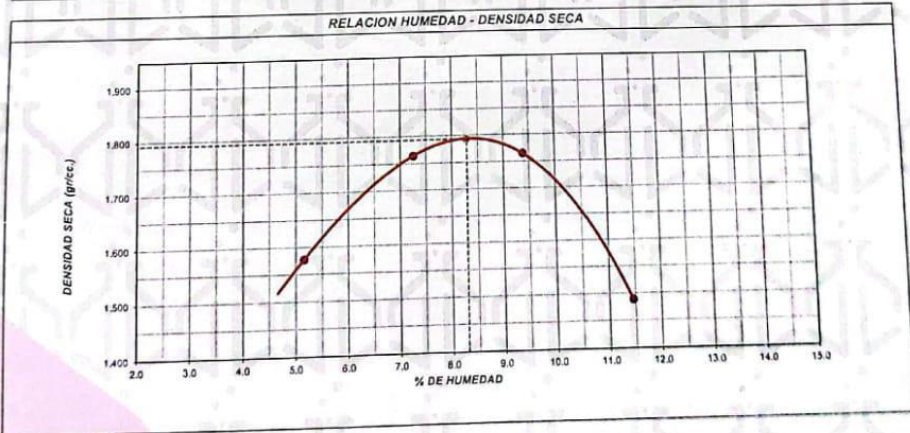
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> Jefe de Laboratorio	 <b>Gilder Garcia Guzman</b> INGENIERO CIVIL C.P. No. 299741 Ingeniero de Suelos	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557 / MTC E - 115		
REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Angela Segura.	
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio. Carabayllo-2023	
UBICACIÓN	: Carabayllo	
GALICITA	: C-1	Fecha de ensayo: 14/04/2024
MUESTRA	: 12%	
PROFUNDIDAD	: 1.5m	

	Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>	MÉTODO: "C"	
	Peso Molde	6513	gr.		
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	10,025	10,518	10,598	10,025
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,512	4,005	4,085	3,512
Peso Volumétrico Húmedo	gr/cc	1,660	1,893	1,931	1,660
Recipiente Número		A	B	C	D
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	558.4	602.1	621.4	573.2
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	542.0	577.2	586.5	518.1
Peso de la Tara	gr.	224.6	234.5	214.8	37.5
Peso del agua	gr.	16.4	24.9	34.9	55.1
Peso del suelo seco	gr.	317	343	372	481
Contenido de agua	%	5.2	7.3	9.4	11.5
Densidad Seca	gr/cc	1.578	1.765	1.765	1.489


Densidad Máxima Seca: 1.793 gr/cm<sup>3</sup>      Contenido Humedad Óptima: 8.3 %



**OBSERVACIONES:**  
 • Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 • Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>

## Anexo 8. Ensayo de Capacidad portante



**JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019  
Cel: 980703014 / 933846839  
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, Il 57, Los Olivos  
Email: informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

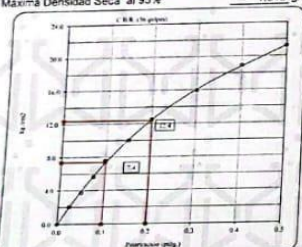
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">Código</td> <td>FOR-LAB-MS-015</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Revisión</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Aprobado</td> <td>CC-JJG</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Fecha</td> <td>2/01/2024</td> </tr> </table>	Código	FOR-LAB-MS-015	Revisión	3	Aprobado	CC-JJG	Fecha	2/01/2024
Código	FOR-LAB-MS-015									
Revisión	3									
Aprobado	CC-JJG									
Fecha	2/01/2024									
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> <small>ASTM D1883 / MTC E - 132</small>										
<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Angela Segura. <b>TESIS</b> : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayillo-2023. <b>UBICACIÓN</b> : Carabayillo <b>UBICACIÓN</b> : <b>CALICATA</b> : C-1 <b>MUESTRA</b> : Patrón <b>PROFUNDIDAD</b> : 1.5mm	Fecha de ensayo :									

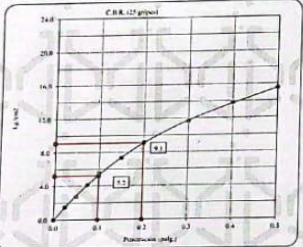
**Datos de muestra**  
 Máxima Densidad Seca : 1.732 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.645 gr/cm<sup>3</sup>

Óptimo Contenido de Humedad : 13.10 %

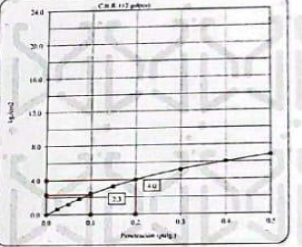
  



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 10.5 %



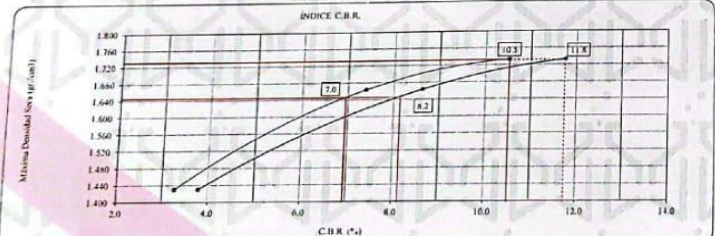
C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 7.4 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 3.3 %

**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**




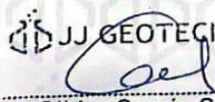

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1% :	10.5 %
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1% :	7.0 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2% :	11.8 %
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2% :	8.2 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			

REFERENCIA	Resultados de Laboratorio	Fecha de ensayo:	1/04/2021
SOLICITANTE	Angela Segura		
PROYECTO	Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de ceniza de magro, Carabayo 2/23		
UBICACIÓN	Carabayillo		
CALICATA	C-1		
MUESTRA	8%		
PROFUNDIDAD	7.5m		

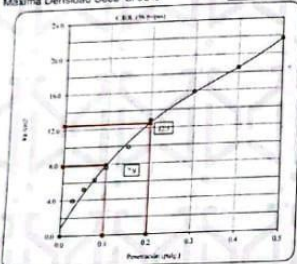
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca  
Máxima Densidad Seca al 95%

1.752 gr/cm<sup>3</sup>  
1.665 gr/cm<sup>3</sup>

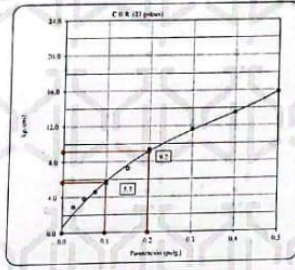
Óptimo Contenido de Humedad

11.00 %



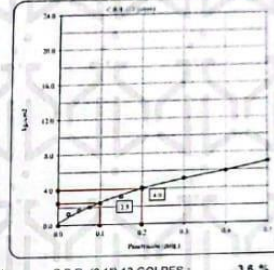
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

11.2 %



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

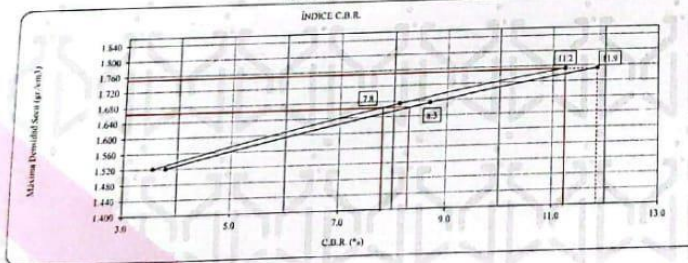
8.1 %



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

3.6 %

**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 11.2 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 7.4 %  
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 11.9 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 8.3 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Gilder García Guzmán</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FGR-LAB-M5-015
		Revisión	3
		Aprobado	CG-JIG
		Fecha	18/1/2021

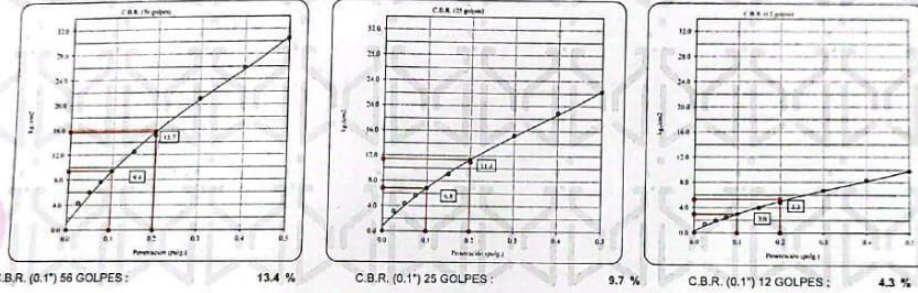
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA : Resultados de Laboratorio  
SOLICITANTE : Angela Segura.  
PROYECTO : Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de ceniza de magnesio, Carabaylo-2021  
UBICACIÓN : Carabaylo

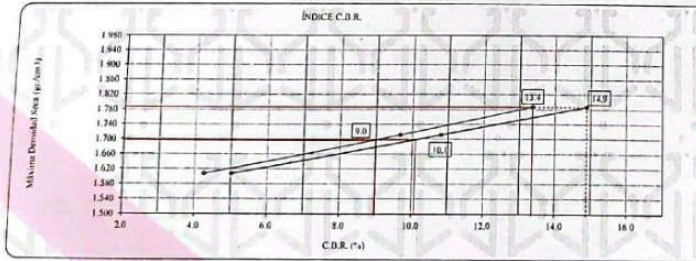
CALICATA : C-1  
MUESTRA : 10%  
PROFUNDIDAD : 1.5mm

Fecha de ensayo : 24/01/2021

Datos de muestra  
Máxima Densidad Seca : 1.787 gr/cm<sup>3</sup>  
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.698 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo Contenido de Humedad : 8.80 %



**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 13.4 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 9.0 %  
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 14.9 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 10.1 %

**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

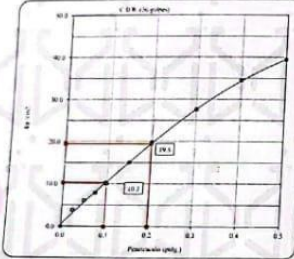
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> Laboratorio de Materiales	 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> Gilder Garcia Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



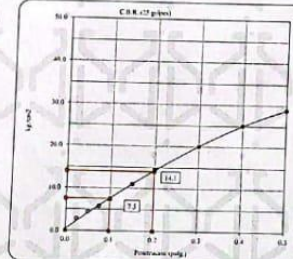
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2024
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Angela Segura	
TESIS	: Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayillo 2023	
UBICACIÓN	: Carabayillo	
UBICACIÓN		
CALICATA	: c-1	Fecha de ensayo : 24/01/2024
MUESTRA	: 12%	
PROFUNDIDAD	: 1.5mm	

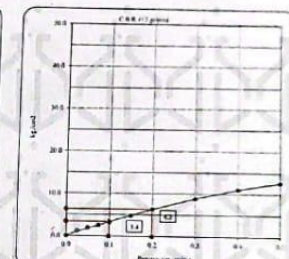
**Datos de muestra**  
 Máxima Densidad Seca : 1.793 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.703 gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad : 8.30 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 14.7 %

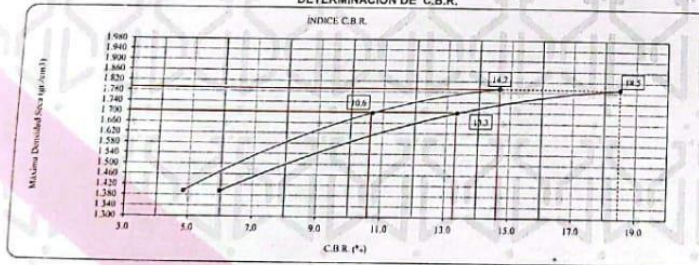


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 10.7 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 4.8 %

**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 14.7 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1" : 10.6 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 18.5 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2" : 13.3 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## Anexo 7. Juicio de expertos

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

#### 1. Datos generales del Juez

Nombre del juez:	Gon Antonio Capillo Sevilla	
Grado profesional:	Maestría ( )	Doctor ( )
Área de formación académica:	Clinica ( )	Social ( )
	Educativa ( X )	Organizacional ( )
Áreas de experiencia profesional:	3 años	
Institución donde labora:	Consultoría y Constructora S.p.A.	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( X )	
	Más de 5 años ( )	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.	

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-2216 Y MTC E-108). ANEXO 3.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL INDICE DE PLASTICIDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-4318 Y MTC E-110,111). ANEXO 4.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA MAXIMA DENSIDAD SECA ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1557 Y MTC E-115). ANEXO 5.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1833 Y MTC E-132). ANEXO 6.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha N° 01: Contenido de Humedad .</li> <li>• Ficha N° 02: Índice de plasticidad</li> <li>• Ficha N° 03: Máxima densidad seca.</li> <li>• Ficha N° 04: Capacidad portante.</li> </ul>
Autor:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Procedencia:	Distrito de Lima, Carabaylo.
Administración:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Tiempo de aplicación:	2 meses y 15 días.



Ámbito de aplicación:	Adición de cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas.
Significación:	Dentro de nuestro trabajo de investigación se tienen 2 dimensiones dentro de la variable directa que son: propiedades físicas y propiedades mecánicas. A su vez cada una de estas tienen como indicadores: contenido de humedad, límites de atterberg, Proctor modificado y CBR para las propiedades mecánicas. Se emplea como escala de medición de tipo "razón", podremos determinar de manera objetiva y compararla con mezclas bases, determinando los pros que se tienen al momento de incorporar el cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas, teniendo variaciones positivas en las dimensiones mecánicas y físicas.

#### 4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados	Propiedades físicas	Como definición de propiedades físicas se refieren a las que son capaces de ser medidas, se pueden notar u observar sus deformaciones o transformaciones físicamente como: color, tamaño, textura, etc. Tomándose en cuenta para el proyecto de investigación el contenido de humedad y el índice de plasticidad.
	Propiedades mecánicas	Las propiedades mecánicas como definición son las que son capaces de transmitir, resistiendo fuerzas y deformaciones. En este caso las propiedades mecánicas asfálticas, tomándose como las principales para este máxima densidad seca y capacidad portante.

#### 5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Estabilización de la base en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023" elaborado por Segura Yache Angela Lizbeth en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.

<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Propiedades físicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades físicas del pavimento flexible en vías urbanas.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Contenido de Humedad	F. N° 01	3	3	4	
Índice de plasticidad	F. N° 02	3	3	4	

- Segunda dimensión: Propiedades mecánicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades mecánicas del pavimento flexible en vías urbanas.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Máxima densidad seca	F. N° 03	3	3	4	
Capacidad Portante	F. N° 04	3	3	4	

**Validación obtenida total:**

VALIDACIÓN	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DEL PUNTAJE	2 - 11	12 - 23	24 - 35	36 - 48

La validación resultante calificada por el experto es \_\_\_\_\_, teniendo un puntaje de \_\_\_\_\_.

  
 GIAN ANTONIO  
 CAPILLO SEVILLANO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 266979

\_\_\_\_\_  
**Firma del Evaluador:**

## Anexo 8.

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

#### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Julio Rodas Zegarra.		
Grado profesional:	Maestría ( )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clinica ( )	Social	( )
	Educativa (>)	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	4 años		
Institución donde labora:	JyK Sac		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( X )	Más de 5 años	( )
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.		

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-2216 Y MTC E-108). ANEXO 3.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL INDICE DE PLASTICIDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-4318 Y MTC E-110,111). ANEXO 4.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA MAXIMA DENSIDAD SECA ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1557 Y MTC E-115). ANEXO 5.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1833 Y MTC E-132). ANEXO 6.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ficha N° 01: Contenido de Humedad .</li><li>• Ficha N° 02: Índice de plasticidad</li><li>• Ficha N° 03: Máxima densidad seca.</li><li>• Ficha N° 04: Capacidad portante.</li></ul>
Autor:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Procedencia:	Distrito de Lima, Carabaylo.
Administración:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Tiempo de aplicación:	2 meses y 15 días.



<b>Ámbito de aplicación:</b>	Adición de cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas.
<b>Significación:</b>	Dentro de nuestro trabajo de investigación se tienen 2 dimensiones dentro de la variable directa que son: propiedades físicas y propiedades mecánicas. A su vez cada una de estas tienen como indicadores: contenido de humedad, límites de atterberg, Proctor modificado y CBR para las propiedades mecánicas. Se emplea como escala de medición de tipo "razón", podremos determinar de manera objetiva y compararla con mezclas bases, determinando los pros que se tienen al momento de incorporar el cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas, teniendo variaciones positivas en las dimensiones mecánicas y físicas.

**4. Soporte teórico**

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados	Propiedades físicas	Como definición de propiedades físicas se refieren a las que son capaces de ser medidas, se pueden notar u observar sus deformaciones o transformaciones físicamente como: color, tamaño, textura, etc. Tomándose en cuenta para el proyecto de investigación el contenido de humedad y el Índice de plasticidad.
	Propiedades mecánicas	Las propiedades mecánicas como definición son las que son capaces de transmitir, resistiendo fuerzas y deformaciones. En este caso las propiedades mecánicas asfálticas, tomándose como las principales para este máxima densidad seca y capacidad portante.

**5. Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Estabilización de la base en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023" elaborado por Segura Yache Angela Lizbeth en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.

<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Propiedades físicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades físicas del pavimento flexible en vías urbanas.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Contenido de Humedad	F. N° 01	4	3	3	
Índice de plasticidad	F. N° 02	3	3	3	


- Segunda dimensión: Propiedades mecánicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades mecánicas del pavimento flexible en vías urbanas.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Máxima densidad seca	F. N° 03	4	4	3	
Capacidad Portante	F. N° 04	2	3	4	

**Validación obtenida total:**

VALIDACIÓN	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DEL PUNTAJE	0 - 11	12 - 23	24 - 35	36 - 48

La validación resultante calificada por el experto es excelente, teniendo un puntaje de 39.

  
.....  
JULIO RODAS ZEGARRA

Ingeniero Civil

Firma del Evaluador:

DNI: 74524307

## Anexo 9.

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabaylo-2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

#### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Luis Angel Romero Huñoz	
Grado profesional:	Maestría ( )	Doctor ( )
Área de formación académica:	Clinica ( )	Social ( )
	Educativa (x)	Organizacional ( )
Áreas de experiencia profesional:	2 años	
Institución donde labora:	Municipalidad Provincia Huara	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( x )	
	Más de 5 años ( )	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.	

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-2216 Y MTC E-108). ANEXO 3.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL INDICE DE PLASTICIDAD MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-4318 Y MTC E-110,111). ANEXO 4.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA MAXIMA DENSIDAD SECA ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1557 Y MTC E-115). ANEXO 5.
- FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO (ASTM D-1833 Y MTC E-132). ANEXO 6.

#### 3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha N° 01: Contenido de Humedad .</li> <li>• Ficha N° 02: Índice de plasticidad</li> <li>• Ficha N° 03: Máxima densidad seca.</li> <li>• Ficha N° 04: Capacidad portante.</li> </ul>
Autor:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Procedencia:	Distrito de Lima, Carabaylo.
Administración:	Segura Yache Angela Lizbeth.
Tiempo de aplicación:	2 meses y 15 días.



<b>Ámbito de aplicación:</b>	Adición de cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas.
<b>Significación:</b>	Dentro de nuestro trabajo de investigación se tienen 2 dimensiones dentro de la variable directa que son: propiedades físicas y propiedades mecánicas. A su vez cada una de estas tienen como indicadores: contenido de humedad, límites de atterberg, Proctor modificado y CBR para las propiedades mecánicas. Se emplea como escala de medición de tipo "razón", podremos determinar de manera objetiva y compararla con mezclas bases, determinando los pros que se tienen al momento de incorporar el cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas, teniendo variaciones positivas en las dimensiones mecánicas y físicas.

4. **Soporte teórico**

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Estabilización de la subrasante en caminos no pavimentados	Propiedades físicas	Como definición de propiedades físicas se refieren a las que son capaces de ser medidas, se pueden notar u observar sus deformaciones o transformaciones físicamente como: color, tamaño, textura, etc. Tomándose en cuenta para el proyecto de investigación el contenido de humedad y el Índice de plasticidad.
	Propiedades mecánicas	Las propiedades mecánicas como definición son las que son capaces de transmitir, resistiendo fuerzas y deformaciones. En este caso las propiedades mecánicas asfálticas, tomándose como las principales para este máxima densidad seca y capacidad portante.

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada "Estabilización de la base en caminos no pavimentados con adición de cloruro de magnesio, Carabayllo-2023" elaborado por Segura Yache Angela Lizbeth en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.

<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del instrumento:**

- Primera dimensión: Propiedades físicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades físicas del pavimento flexible en vías urbanas.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Contenido de Humedad	F. N° 01	3	3	4	
Índice de plasticidad	F. N° 02	4	3	3	

- Segunda dimensión: Propiedades mecánicas.
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la influencia de la incorporación de caucho reciclado en polvo en las propiedades mecánicas del pavimento flexible en vías urbanas.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Máxima densidad seca	F. N° 03	2	4	3	
Capacidad Portante	F. N° 04	3	2	4	

**Validación obtenida total:**

VALIDACIÓN	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DEL PUNTAJE	1 - 11	12 - 23	24 - 35	36 - 48

La validación resultante calificada por el experto es excellent, teniendo un puntaje de 38'.

  
 LUIS ANGELO ROMERO MUÑOZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 323981

**Firma del Evaluador:**  
**DNI:**



## Anexo 10.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023

Página 1 de 5

Expediente : 379-2023  
Fecha de emisión : 2023-11-13

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CAL 21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : METROTEST  
Modelo : MS-H3  
Número de Serie : 560  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL  
Alcance del Indicador : NO INDICA  
Resolución del Indicador : 1 °C  
Marca del Indicador : AUTONICS  
Modelo del Indicador : TCN4S  
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del seic. : DIGITAL  
Alcance del Selector : NO INDICA  
División de Escala : 1 °C  
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-11-11

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 la 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 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

### 3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

### 4. Lugar de calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	24,8	24,9
Humedad relativa (%hr)	67,0	66,0

### 6. Trazabilidad

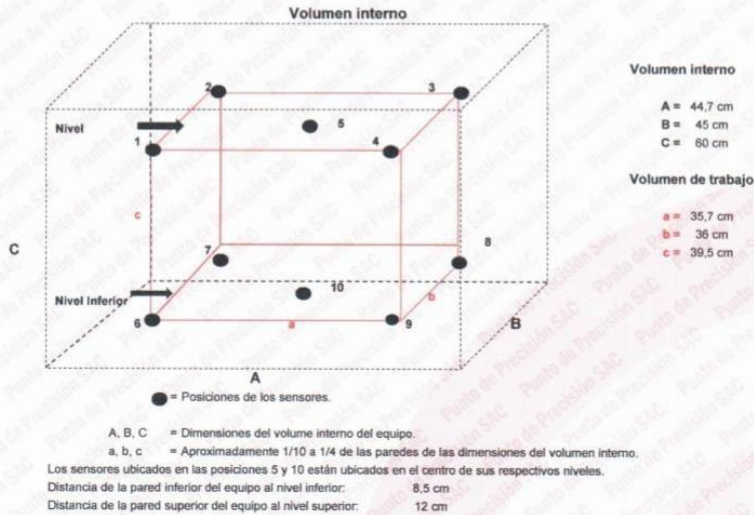
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para la prueba consistió en un tazón de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	109,6	109,9	108,1	109,5	112,3	139,9	141,1	138,6	139,4	140,8	124,8	33,0
00:02	110	109,6	110,1	108,2	109,6	112,6	139,5	141,3	139,0	139,8	141,3	125,1	33,1
00:04	109	108,9	109,8	108,0	109,1	112,0	139,1	140,9	138,6	139,2	140,8	124,6	32,9
00:06	109	107,8	109,4	107,6	108,2	111,8	138,8	140,4	138,1	138,8	140,4	124,1	32,8
00:08	110	109,4	109,9	108,2	109,5	112,6	139,6	141,0	139,0	139,3	141,0	124,9	32,8
00:10	111	109,9	110,5	109,6	110,0	112,7	140,1	141,5	139,7	139,5	141,5	125,5	31,9
00:12	110	109,4	109,9	109,1	109,4	112,2	139,8	141,1	139,0	138,9	140,8	124,9	32,0
00:14	109	108,9	109,1	108,3	109,0	111,8	139,3	140,5	138,6	138,3	140,0	124,4	32,2
00:16	109	108,8	108,9	108,2	108,7	111,7	138,8	140,0	138,3	137,8	139,7	124,1	31,9
00:18	110	109,4	109,8	108,6	109,1	112,0	139,8	140,7	139,1	138,4	140,5	124,7	32,1
00:20	110	109,6	110,1	109,2	109,5	112,4	140,5	141,1	140,0	138,8	140,9	125,2	32,0
00:22	111	110,0	110,6	109,5	109,9	112,7	140,6	141,6	140,5	139,4	141,4	125,6	32,1
00:24	109	109,4	109,9	109,1	109,5	112,2	140,1	141,1	140,0	138,8	140,9	125,1	31,9
00:26	110	109,6	110,1	109,3	109,7	112,5	140,5	141,7	140,6	139,4	141,1	125,4	32,4
00:28	111	110,0	110,5	109,7	109,9	112,7	140,9	142,0	140,8	139,9	141,4	125,8	32,4
00:30	110	109,6	109,9	109,0	109,7	112,4	139,5	141,7	139,4	139,4	140,8	125,1	32,6
00:32	110	109,4	110,1	108,5	109,6	112,8	139,2	141,3	139,0	139,6	141,3	125,1	32,8
00:34	109	108,9	109,8	108,0	109,1	112,0	139,9	140,9	138,6	139,2	140,8	124,6	32,9
00:36	109	107,8	109,5	107,6	108,7	111,8	138,8	140,6	138,1	138,8	140,4	124,2	33,0
00:38	110	109,4	109,9	108,0	109,3	112,5	139,6	141,0	139,0	139,3	141,0	124,9	33,1
00:40	111	109,9	110,2	109,7	109,8	112,7	140,1	141,5	139,7	139,5	141,5	125,5	31,8
00:42	111	109,4	109,9	109,1	109,4	112,2	139,8	141,1	139,0	138,9	140,8	125,0	32,0
00:44	110	109,2	109,1	108,3	109,0	111,9	139,3	140,5	138,6	138,3	140,0	124,4	32,2
00:46	109	109,0	108,9	108,1	108,7	111,7	138,8	140,0	138,3	137,9	139,7	124,1	31,9
00:48	110	109,4	109,2	108,6	109,1	112,0	139,8	140,7	139,1	138,4	140,5	124,7	32,2
00:50	110	109,6	110,5	109,1	109,5	112,4	140,5	141,1	140,0	138,8	140,7	125,2	32,0
00:52	111	110,0	110,7	109,5	109,9	112,8	140,7	141,6	140,5	139,4	141,3	125,6	32,1
00:54	109	109,4	110,9	109,1	109,4	112,2	140,1	141,1	140,0	138,8	140,9	125,2	31,9
00:56	109	109,6	110,1	109,3	109,7	112,5	140,5	141,7	140,6	139,4	141,2	125,5	32,4
00:58	110	110,0	110,4	109,6	109,9	112,7	140,9	142,0	140,8	139,9	141,5	125,8	32,4
01:00	111	110,2	110,7	109,3	109,6	112,3	141,1	142,4	140,4	140,1	141,0	125,7	33,0

T. Promedio	109,4	109,9	108,7	109,3	112,3	139,8	141,1	139,4	139,1	140,8	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	110,2	110,9	109,7	110,0	112,8	141,1	142,4	140,8	140,1	141,5	
T. Mínimo	107,8	108,9	107,6	108,2	111,7	138,8	140,0	138,1	137,8	139,7	
DTT	2,5	2,0	2,1	1,8	1,1	2,3	2,3	2,7	2,3	1,8	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	142,4	0,3
Mínima temperatura registrada durante la calibración	107,6	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	32,4	0,1
Estabilidad (±)	1,35	0,04
Uniformidad	33,1	0,3



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



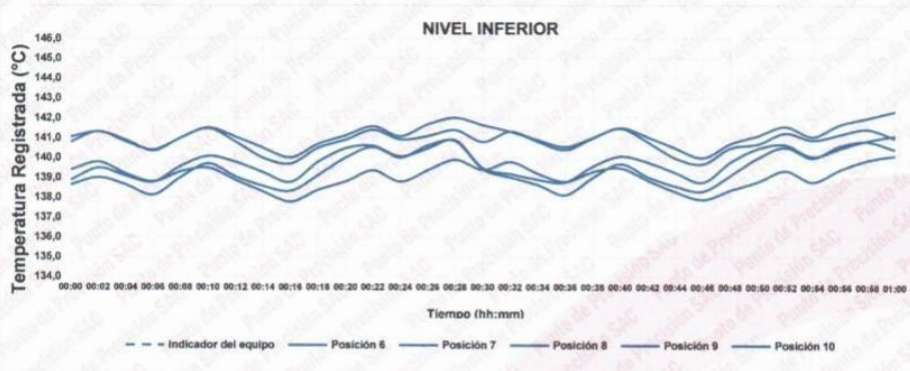
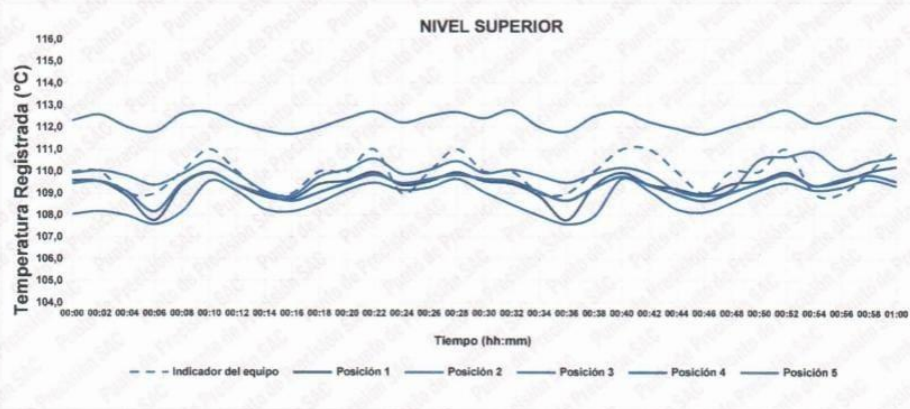
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023  
Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Lqayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-700-2023

Página 5 de 5

### Nomenclatura

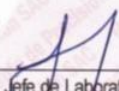
<b>T. prom</b>	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
<b><math>\Delta T</math></b>	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
<b>T. Promedio</b>	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>T. Máximo</b>	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>T. Mínimo</b>	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>DTT</b>	: Desviación de temperatura en el tiempo.

### Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-701-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023  
Fecha de emisión : 2023-11-13

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : MUFLA

Indicación : DIGITAL  
Alcance de Indicación : NO INDICA  
Resolución : 1 °C  
Marca de Equipo : NO INDICA  
Modelo de Equipo : NO INDICA  
Serie del Equipo : NO INDICA

Marca de Indicador : AUTONICS  
Modelo de Indicador : TC4S  
Serie de Indicador : NO INDICA

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA  
11 - NOVIEMBRE - 2023

#### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	CT-019-2023	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,9	25,0
Humedad %	66	66

#### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-701-2023

Página : 2 de 2

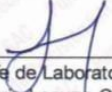
## Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
410	346,6	-63,4	2,2
630	568,3	-61,7	2,0
850	791,9	-58,1	2,0

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

