



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no  
pavimentados incorporando cloruro de magnesio en Laredo,  
Trujillo**

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

**AUTORES:**

Rodriguez Mendoza, Sthefany Katherine ([orcid.org/0000-0001-8076-5975](https://orcid.org/0000-0001-8076-5975))

Ildfonso Miranda, Kevin Jhover ([orcid.org/0000-0002-6942-0906](https://orcid.org/0000-0002-6942-0906))

**ASESOR:**

Dr. Ordinola Luna, Efrain ([orcid.org/0000-0002-5358-4607](https://orcid.org/0000-0002-5358-4607))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Con todo mi amor y cariño, dedico mi máximo esfuerzo y dedicación en esta tesis a mi familia y a mi hija Romina. Gracias por el apoyo incondicional y motivación para nunca rendirme y lograr mis metas.

Rodríguez Mendoza Sthefany Katherine

A mi querida madre Julia Miranda, con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis a ti. Tu apoyo constante y tus palabras alentadoras han sido mi fuerza en este camino académico. Gracias por ser mi inspiración y guía.

Ildfonso Miranda Kevin Jhover

## **Agradecimiento**

A mi familia:

Agradezco sinceramente su inquebrantable dedicación y las palabras de aliento que me han brindado, las cuales han sido fundamentales para mi crecimiento personal y profesional.

Rodríguez Mendoza Sthefany Katherine

A mi querida madre:

En estas cortas líneas quiero expresarte mi más profundo agradecimiento por tu apoyo incondicional durante todo el proceso de elaboración de mi tesis. Tu cariño y aliento han sido mis pilares en cada etapa de este desafiante proceso.

Ildfonso Miranda Kevin Jhover

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Procedimiento .....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos .....	27
IV. RESULTADOS .....	28
V. DISCUSIÓN .....	43
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS .....	58

## Índice de tablas

Tabla 1. Estabilizadores químicos y sus efectos.....	13
Tabla 2. Composición química del cloruro de magnesio hexahidratado. ....	15
Tabla 3. Número mínimo de estaciones de monitoreo de calidad del aire, según el criterio poblacional. ....	17
Tabla 4. Ensayos de laboratorio por calicata.....	23
Tabla 5. Detalle de cantidad de ensayos. ....	23
Tabla 6. Ensayos de Monitoreo de calidad del aire.....	23
Tabla 7. Ubicación de las muestras patrón. ....	28
Tabla 8. Clasificación de suelos.....	28
Tabla 9. Límites de Atterberg de las muestras convencionales. ....	30
Tabla 10. Resultados Proctor Modificado.....	31
Tabla 11. Valores de CBR convencional.....	31
Tabla 12. Resultados de límites de Atterberg con adición de cloruro de magnesio en la calicata N°1. ....	32
Tabla 13. Resultados de límites de Atterberg con adición de cloruro de magnesio en la calicata N°2. ....	33
Tabla 14. Resultado de Proctor Modificado calicata N°1. ....	34
Tabla 15. Resultado del Proctor Modificado calicata N°2.....	35
Tabla 16. Resultados de CBR de la calicata N°1 .....	37
Tabla 17. Resultados de CBR de la calicata N°2 .....	38
Tabla 18. Resultados de ensayo de pH de la Calicata N°1.....	39
Tabla 19. Resultados de ensayo de pH de la Calicata N°2.....	40
Tabla 20: Resultados de análisis de aire de tramo sin estabilizar.....	41
Tabla 21: Resultados de análisis de aire de tramo estabilizado.....	41
Tabla 22: Matriz de variable.....	58
Tabla 23: Matriz de operacionalización.....	59

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Aplicación de estabilizador de suelos.....	12
<i>Figura 2.</i> Esquema de un cabezal selectivo de alto volumen para PM10. ....	18
<i>Figura 3.</i> Esquema representativo del procedimiento. ....	26
<i>Figura 4.</i> Curva granulometrica calicata N°1.....	29
<i>Figura 5.</i> Curva granulometrica calicata N°2.....	29
<i>Figura 6.</i> Curva de Limites de Atterberg C- 01.....	30
<i>Figura 7.</i> Curva de Limites de Atterberg C- 02.....	31
<i>Figura 8.</i> Límites de Atterberg con cloruro de magnesio, calicata n°1. ....	32
<i>Figura 9.</i> Límites de Atterberg con cloruro de magnesio, calicata n°2. ....	33
<i>Figura 10.</i> Comparación de porcentajes de variación de MDS en el suelo. ....	34
<i>Figura 11.</i> Comparación de los porcentajes de variación del OCH alcanzado en el suelo de arena arcillosa con grava. ....	35
<i>Figura 12.</i> Comparación de porcentajes de variación de MDS en el suelo de arena arcillosa con grava. ....	36
<i>Figura 13.</i> Comparación de los porcentajes de variación del OCH alcanzado en el suelo de arena arcillosa con grava. ....	36
<i>Figura 14.</i> Comparación de porcentajes de variación de CBR de la calicata N°1.....	37
<i>Figura 15.</i> Comparación de porcentajes de variación de CBR de la calicata N°2.....	38
<i>Figura 16.</i> Comparación de los porcentajes de variación del pH. ....	39
<i>Figura 17.</i> Comparación de los porcentajes de variación del pH. ....	40
<i>Figura 18.</i> Comparación de resultados de análisis de aire.....	42

## Resumen

La investigación evaluó el efecto del  $MgCl_2$  en la mejora de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la calle Venezuela en el distrito de Laredo - Trujillo. Se tomaron muestras de la calle y se estudiaron con diferentes porcentajes de  $MgCl_2$ : muestra patrón, 3%, 6%, 9% y 12%. También se realizó ensayos de monitoreo ambiental para medir la mitigación del polvo. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo se evaluaron utilizando el método AASHTO, que reveló que el suelo era del tipo A-2-4, una arena arcillosa con grava según el método SUCS. El índice de plasticidad fue mayor en la muestra patrón y disminuyó al añadir 3% de  $MgCl_2$ , pero aumentó hasta el 9% y luego disminuyó al agregar 12% de  $MgCl_2$ . El valor del CBR alcanzó su máximo al agregar 9% de  $MgCl_2$ . En términos de propiedades químicas, el pH del suelo estaba dentro de un rango moderado en presencia de alcalinos. En los ensayos de monitoreo, se determinó que el nivel de mitigación inicial del suelo patrón excedía los límites permitidos, pero al agregar 9% de  $MgCl_2$ , se logró una estabilización y mitigación del polvo dentro de los límites establecidos por el DS 003-2017.

**Palabras clave:** Estabilización de suelos, cloruro de magnesio ( $MgCl_2$ ), mitigación de polvo.

## **Abstract**

The research evaluated the effect of MgCl<sub>2</sub> on the improvement of the physical, mechanical and chemical properties of Venezuela Street in the district of Laredo - Trujillo. Samples were taken from the street and studied with different percentages of MgCl<sub>2</sub>: standard sample, 3%, 6%, 9% and 12%. Environmental monitoring tests were also carried out to measure dust mitigation. The physical and mechanical properties of the soil were evaluated using the AASHTO method, which revealed that the soil was of type A-2-4, a clayey sand with gravel according to the SUCS method. The plasticity index was higher in the standard sample and decreased by adding 3% of MgCl<sub>2</sub>, but increased to 9% and then decreased by adding 12% of MgCl<sub>2</sub>. The CBR value reached its maximum by adding 9% of MgCl<sub>2</sub>. In terms of chemical properties, the pH of the soil was within a moderate range in the presence of alkalis. In the monitoring tests, it was determined that the initial level of mitigation of the standard soil exceeded the permitted limits, but by adding 9% of MgCl<sub>2</sub>, a stabilization and mitigation of the dust was achieved within the limits established by DS 003-2017.

**Keywords:** Soil stabilization, magnesium chloride, dust mitigation.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que afecta el tráfico y nuestro País en el transporte, son las vías que carecen de pavimentación adecuada, las cuales presentan fallas estructurales en las superficies de rodadura sin obviar que las capas que conforman las vías no desempeñan las principales propiedades mecánicas y físicas para su uso.

En los últimos años, se han logrado avances importantes en el desarrollo de estabilización con aditivos químicos (Innovative ground improvement techniques for expansive soils, 2017). Así mismo, llevó a cabo una investigación exhaustiva acerca de los efectos de los aditivos no convencionales en las características geotécnicas de los suelos tropicales (Time-dependent physicochemical characteristics of Malaysian residual soil stabilized with magnesium chloride solution, 2015). Sin embargo, a nivel global, hubo un incremento en la popularidad de la estabilización de suelos problemáticos mediante el uso de aditivos químicos lo que con llevó a realizar estudios sobre la aplicación del cloruro de magnesio ( $MgCl_2$ ) para mejorar las características de suelos con debilidades superficiales (Investigation of the strength development using magnesium alkalinization for subgrade, 2017). El enfoque de los tratamientos químicos de la superficie de subrasante, abarcan desde el diseño que incorporan los principios básicos de la química del suelo hasta la investigación de nuevos aditivos químicos para futuras aplicaciones con el objetivo de fortalecer la infraestructura del pavimento de transporte (Advances in ground modification with chemical additives: From theory to practice, 2016). Así mismo, la propagación de polvo es una crisis global de gran alcance que posee un alto potencial para desencadenar eventos catastróficos, particularmente de naturaleza cardiovascular. Las partículas PM 2.5 y PM 10 se encuentran entre los contaminantes atmosféricos que presentan un riesgo elevado de generar STEMI (The association between exposure to air pollutants including PM10, PM2.5, ozone, carbon monoxide, sulfur dioxide, and nitrogen dioxide concentration and the relative risk of developing STEMI: A case-crossover design, 2018)

El estudio realizado por Erick Gavilanes (2015), afirmó que la estabilización de suelos

ha logrado un gran desarrollo a nivel mundial, relacionados a diversos factores como el excesivo tránsito vehicular, la necesidad de una mayor resistencia y los avances en los equipos, tecnologías y máquinas que se pueden utilizar para trabajos de construcción.

La estabilización del camino es la herramienta de mejora más utilizada en la ingeniería civil, lo que significa que el uso de métodos de estabilización y mejora de suelos en la construcción (por ejemplo, pavimentación) es adecuado para el tratamiento del subsuelo utilizando algunos estabilizadores que pueden transformar químicamente materiales inestables en materiales aprovechables; El estabilizador es muy importante, porque de él depende el resultado deseado.

Asimismo, el Banco Mundial reconoció al transporte como el principal motor del crecimiento económico, la reducción de la pobreza y la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La inversión del Banco Mundial en esta área ha contribuido a un comercio más eficiente y mejor desarrollo de las personas a través de una mayor movilidad. También agregó que es más probable que se reduzca la pobreza si las comunidades tienen acceso continuo a los servicios y mercados esenciales en todas las condiciones climáticas (Banco Mundial, 2014).

El informe del Centro de Investigaciones Empresariales (CIE) de PERUCAMARAS destaca que solo el 13,3% de la red vial regional en la Macro Región Norte ha sido pavimentada, lo cual equivale a 587,4 km de un total de 4.426,4 km. Según el informe, la región de Lambayeque cuenta con el mayor porcentaje de vías pavimentadas, alcanzando el 30,9%. Por otro lado, las regiones de La Libertad y Cajamarca presentan los porcentajes más bajos de pavimentación, con un 5,5% y 3,6%, respectivamente. En cuanto a las carreteras no pavimentadas, el 53,8% se encuentra afirmado, el 27,8% no está afirmado y el 18,4% es trocha. Las regiones de La Libertad y Cajamarca destacan por tener los mayores porcentajes de carreteras afirmadas, con un 73,9% y 64,6%, respectivamente, mientras que Lambayeque y Piura son las regiones con mayor presencia de trocha (Perú Camaras, 2020).

Dentro de la realidad problemática social y de salud, la expulsión masiva de polvo se convierte en el principal causante de enfermedades respiratorias que dañan directamente a los habitantes de la zona producto del tránsito vehicular.

El polvo es un peligro ambiental, geotécnico, sanitario y económico. En particular, las emisiones difusas de polvo de los sistemas de transporte, como carreteras, ferrocarriles y aeropuertos, pueden afectar significativamente la salud, la seguridad, los daños a la propiedad, los costos de mantenimiento (Maryam et al.,2017).

La problemática es la poca inestabilidad y durabilidad de los suelos, por ello la utilización de un aditivo como el cloruro de magnesio principal fuente estabilizadora de vías sin pavimentar, genera soporte de suelo alto en comportamiento y reduce el impacto ambiental (Sonapo et al.,2019).

Teniendo esto en cuenta, se sugiere utilizar sustitutos derivados químicamente, como el cloruro de magnesio, que tiene alta capacidad para unir y retener el material del suelo y funciona también como un aditivo que tiene la capacidad de estabilizar la capa superficial de rodadura. Minimiza significativamente el desgaste de la superficie y reduce el impacto del medio ambiente en la subrasante. El uso del estabilizador químico "MgCl<sub>2</sub>" mejora activamente las propiedades del suelo, también es conocido como un excelente mitigador de polvo, el propósito es mejorar la viabilidad de caminos no pavimentados y la propagación de enfermedades respiratorias.

Mediante la siguiente pregunta se formula el **problema de investigación**: ¿Cuál es el efecto del cloruro de magnesio en la estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en la calle Venezuela del CP - La Merced - Laredo, Trujillo? De igual forma **los problemas específicos** son los siguientes: ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo de tramo en estudio?, ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%?, ¿Cuál es el nivel de variación de Ph del tramo en estudio añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%? y ¿Cuál es el nivel de

mitigación del polvo de la superficie incorporando cloruro de magnesio?

Esta investigación establece una **justificación** experimental, ya que utiliza nuevas técnicas de estabilización de suelos adicionando cloruro de magnesio para mejorar las condiciones de la subrasante, así mismo, en el **ámbito económico** busca velar por el crecimiento económico teniendo en cuenta el buen estado de las vías y la reducción de costos en mantenimiento de estas. Así mismo, se considera como **justificación teórica** ampliar el conocimiento sobre el comportamiento físico y mecánico de la capa de suelo mediante el análisis de la teoría de la estabilidad del suelo y la aplicación de nuevas dosis de cloruro de magnesio en la zona de caminos no pavimentados. Además, como **justificación práctica** es importante seguir procesos centrados en la ingeniería y estándares metodológicos con el fin de realizar una investigación científica y técnica sólida determinando los porcentajes de dosificación adecuada para aplicar en la superficie del suelo que no se encuentra pavimentado y evaluar los parámetros correspondientes a una calidad de aire adecuada. En la **justificación social**, al momento ejecutar proyectos viales de primer nivel, es importante priorizar el mantenimiento y la longevidad de la infraestructura que conecta a las personas y las comunidades. Garantizar que las estructuras sean sólidas y accesibles da paso a iniciativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente que se alinean con las capacidades técnicas. Es vital recordar la utilidad que aportan las carreteras bien mantenidas.

Esta investigación tiene como **objetivo general** se busca determinar la estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en el distrito de Laredo, Trujillo.

Así mismo tenemos como **objetivos específicos**: **OE1**: Determinar las características físicas y mecánicas del suelo del tramo en estudio. **OE2**: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%. **OE3**: Determinar la variación del Ph del tramo en estudio añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%. **OE4**: Determinar el nivel de mitigación de polvo de la

superficie incorporando cloruro de magnesio.

Como **hipótesis** se plantea que la incorporación de cloruro de magnesio incide de manera directa en la estabilización los suelos y reduce la generación de polvo en los caminos no pavimentados.

## II. MARCO TEÓRICO

En nuestro país, más del 60 % de las carreteras o vías carecen de asfalto, a pesar de los inmensurables beneficios socioeconómicos que estas proporcionan. Se planteó la posibilidad de utilizar  $MgCl_2$  en la Av. El Milagro, desde la intersección con cl. Bancharo Rossi hasta cl. Ciro Alegría, como una hipótesis viable y económica a nivel de subrasante. Esta medida tuvo un impacto positivo en las propiedades mecánicas, al reducir las emisiones de polvo y mejorar la calidad y resistencia de las carreteras no pavimentadas. La adición de  $MgCl_2$  influyó significativamente en las propiedades mecánicas, la reducción de emisiones de polvo, el aumento de la calidad de vida, la mejora de la seguridad en la zona y el fortalecimiento de la subrasante (Valera Barboza, 2021).

Según la investigadora Pumaricra (2019), el método que utilizó en su estudio es experimental y su propósito general es analizar las propiedades físico-mecánicas del  $MgCl_2$  como mejorador para el tratamiento de rodadura en porcentajes de diferentes muestras ( $MgCl_2$ ) recolectadas de la cantera con diversos porcentajes de 0%, 2%, 4% y 6%, posteriormente dijo que las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos para estudios de clasificación y plasticidad. Se concluyó que tiene AASHTO (A-2-4 y A-1-b) y SUCS (GC-GM) como grados de grava con contenido de  $MgCl_2$  de 0% y 6% y ha disminuido de 6.82% a 6%, y el CBR disminuye, es decir, el  $MgCl_2$  no mejoró las propiedades físicas y mecánicas de la cantera.

En el mismo marco contamos con el investigador Erick Chávez (2019), el enfoque utilizado en este estudio es experimental y su propósito general es distinguir el  $MgCl_2$  y el  $NaCl$  como factores estabilizadores del suelo, el cual está agrupado por todas las pruebas mecánicas del suelo, se usó un formato de estimador para la recolección de datos, nuevamente usando GPS para crear mapas topográficos. Se creó un pozo de 1,20 x 1,20 m y 1,60 m de profundidad en el que se tomaron muestras para análisis de laboratorio y comparación de resultados mediante la adición de  $NaCl$  y  $MgCl_2$  a las muestras. Finalmente se concluyó que el porcentaje efectivo de  $MgCl_2$  fue de 5% a 20%.

En el estudio realizado por López (2019), se tuvo como objetivo investigar el impacto del  $MgCl_2$  en la estabilidad de los caminos no pavimentados en la zona de muestreo de Palca-chana, Huari, Ancash. Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron cuatro calcatas ubicadas a distancias de 1000 km, 3000 km, 5000 km y 7000 km. Estas áreas específicas fueron seleccionadas debido a su propensión a presentar inestabilidad en los caminos. En cada una de las muestras recolectadas, se añadieron diferentes porcentajes de cloruro de magnesio (3%, 7%, 9%). La investigación y se clasificó como investigación aplicada. El diseño de la investigación fue de tipo experimental y se clasificó como investigación aplicada.

Como resultado de la adición de  $MgCl_2$  al suelo, se observó un aumento y una disminución en el índice de plasticidad, lo cual indicó un cambio significativo en la superficie sin pavimentar. Además, se encontró que la densidad seca aumentó, el contenido de agua disminuyó después de la cloración y el CBR (California Bearing Ratio) aumentó. Estos hallazgos demostraron que al añadir  $MgCl_2$  aumentó la resistencia de la superficie de los caminos.

En la investigación de Araujo y Vera (2017), el objetivo principal del estudio fue determinar el comportamiento de superficies de rodadura rectificadas estabilizadas con cloruro de magnesio, asegurando su durabilidad. Este estudio es exploratorio y descriptivo utilizando métodos mixtos y diseño no empírico para evaluar variables como rugosidad, usabilidad y estado de la superficie, con datos recopilados desde septiembre de 2015 hasta mayo de 2016. Finalmente, la rugosidad (IRI) sigue siendo buena, la capacidad de curado (PSI) es de buena a normal y la calificación de la condición de la superficie (URCI) varía de excelente a muy buena.

En el estudio realizado por Mamani G. Jherson y Ramirez R. Mario (2019), se investigó la sub-hipótesis relacionada con el aumento de la alcalinidad en suelos arcillosos a través de la estabilización con cal al 10% y puzolana volcánica en concentraciones del 15%, 25% y 30% para la subrasante de vías no pavimentadas en la APV. Pícol Orcompugio. Los resultados de esta investigación evidenciaron que existe una interacción química favorable entre la arcilla, la cal y la ceniza volcánica, lo que implica

que al aumentar la cantidad de agentes estabilizadores se incrementa la alcalinidad del suelo. Por lo tanto, se puede inferir que a medida que la alcalinidad del suelo aumenta, también aumenta el valor del porcentaje de CBR.

Según los resultados de las mediciones realizadas en Callqui Chico - Huancavelica se encontró que los niveles Pm10 obtuvieron una media de 122.83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , estos valores exceden los estándares establecidos por el ECA según el DS N° 003-2017-MINAM. Asimismo, se registraron niveles de PM2.5 obteniendo una media de 61.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , los cuales también exceden los estándares para material suspendido fino. Además, se determinó que la calidad del aire en general, evaluada mediante el índice de calidad del aire (AQI), fue moderada para PM10, no saludable para PM2.5 y globalmente insalubre. En resumen, se puede concluir que la calidad del aire en Callqui Chico no es buena debido a la presencia de partículas de material PM10 y PM2.5. Los niveles registrados indican una calidad moderable, no saludable e insalubre, lo que implica que el aire respirado por los residentes de Callqui Chico es tolerable, pero podría resultar perjudicial para aquellos individuos especialmente sensibles a la contaminación del aire, especialmente para una pequeña parte de la población que vive en esa zona (Rua Espinoza, et al, 2021).

Así mismo en una búsqueda internacional; Amruta et al (2019) en su artículo científico, define la estabilización del suelo como el proceso de utilizar ciertos métodos naturales de tratamiento del suelo para sacar sus mejores propiedades para que pueda soportar las duras condiciones climáticas y siempre brindar el servicio completo esperado. La estabilización de suelos se puede dividir en dos categorías: estabilidad mecánica y estabilidad química. La estabilización mecánica implica cambiar la distribución del suelo mezclándolo con otros suelos de diferentes propiedades. Esto hace posible obtener un material base de suelo compactado. La estabilización química, por otro lado, cambia las propiedades del suelo al agregar sustancias químicamente activas.

En su artículo de investigación Ullate y Vargas (2018), nos exponen la complejidad funcional de una red vial de un país, requiere de vías estratégicas para el desarrollo y

deben ser construidas bajo estándares de capacidad estructural y confortabilidad de los pobladores. La desventaja de las carreteras sin pavimentar es la emisión continua de polvo al medio ambiente, ese tipo de superficies que no son impermeables o no tienen la adherencia de partículas finas entre sí generarán polvo debido al esfuerzo cortante entre los neumáticos del vehículo y el agregado, reduciendo a sí el agregado a partículas más pequeñas a medida que el vehículo pasa sobre él, arrastrando polvo a lo largo de la ruta.

Por lo tanto; el objetivo de estudio de Heitzer Muñoz (2017), es investigar la consecuencia y el comportamiento del  $MgCl_2$  y el  $NaCl$  como sales estables en la absorción, retención y pérdida de agua del suelo. Para ello se preparan probetas con diferentes tipos de suelo, tipos de sal y concentraciones, las cuales se acondicionan en cámaras de humedad de laboratorio y hornos con diferente humedad y temperatura, ya que esto da una idea de la mejor sal en condiciones de humedad y temperatura. Finalmente, se probó la capacidad higroscópica y de retención de muestras salinas, especialmente las que contienen cloruro de magnesio, principalmente por su higroscopicidad, ya que estas sales pueden retrasar la evaporación en el suelo, reduciendo así el consumo de agua de riego de caminos, mejores servicios y menores costos de mantenimiento.

Así mismo, Behak Leonardo (2017), en el artículo científico tiene como propósito investigar el comportamiento de suelos estabilizados con cal con bajo flujo en el sentido mecánico. En el estudio se utilizó metodología y cuantificación, tomando muestras de la arcilla calcárea y realizando ensayos de laboratorio. El resultado final es el siguiente: la firmeza del suelo aumenta al aplicar cal en concentraciones de 3 y 5%; Cuando se aplica cal, reacciona con la sílice y la alúmina del suelo para formar un componente cohesivo con superior dureza y menor deformabilidad. En este contexto, se ha demostrado que la estabilización con reactivos químicos eleva la resistencia del suelo, lo que mejora la estabilidad del suelo.

En un estudio realizado por Hasmida W. et al., (2017) , se examinó la eficacia del  $MgCl_2$  como estabilizador de carreteras a través de una serie de pruebas. El estudio

utilizó evaluaciones de resistencia a la compresión no confinada para evaluar la resistencia al corte del suelo y empleó microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FESEM) y espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDAX) para analizar cambios estructurales a nivel microscópico. El equipo descubrió que el uso de cloruro de magnesio condujo a mejoras en la resistencia a la compresión del suelo orgánico utilizado en la construcción de carreteras. Durante los primeros 7 días de curado, el suelo orgánico estabilizado aumentó de 3 a 5 veces más que el suelo sin tratar. Según los hallazgos obtenidos de FESEM se pudo observar que un compuesto cementoso novedoso, conocido como silicato de magnesio hidratado, llenó los poros del suelo orgánico.

Mientras Guamán I. Israel (2016) en su investigación, concluye que el suelo estabilizado con NaCl presenta mejoras en términos de trabajabilidad y compactación en comparación con el suelo estabilizado con cal. En relación a los límites Atterberg, de acuerdo a las especificaciones generales del Ministerio de Obras Públicas de la República del Ecuador, el suelo no ha alcanzado su límite de líquido. Sin embargo, al utilizar porcentajes de estabilización de cal del 12,5% y de cloruro de sodio del 37,4% y 36,7%, los valores se acercan al mínimo aceptable de 35 para el límite de líquido. Además, en ambos casos, el índice de plasticidad es inferior a 9, lo cual también es aceptable.

En cuanto al CBR, el suelo estabilizado con cal al 7,5% y 12,5% alcanzó valores de 20,8% y 26% respectivamente. Sin embargo, al estabilizar con cloruro de sodio al 9%, no se cumple con las especificaciones generales del Ministerio de Obras Públicas de la República del Ecuador. En relación al pH, se obtuvieron valores de 10,9 y 10,83 al utilizar los porcentajes de estabilización mencionados previamente con cal.

**La base teórica** en relación al tema de consideración de variables y dimensiones es la siguiente: La estabilización del suelo se define como la mejora de las capas del suelo, la capacidad portante, el contenido óptimo de humedad, etc., (Priyanka et al., 2022). También, los suelos inestables o con menor capacidad portante, así como

malas propiedades mecánicas, pueden causar problemas importantes en las capas que componen el pavimento, (Abubaker et al., 2021). Por tal razón desde hace varias décadas, se ha buscado mejorar las capas del pavimento y los sustratos empleando variedad de técnicas, tales como el uso de cal, cemento, fibras, etc (Ya-Song et al., 2022). La estabilización tiene categorías como la mecánica, que utiliza medios orgánicos para lograr la estabilización del suelo, también para una mayor capacidad portante, y la estabilización química, que considera que la mezcla puede ser inorgánica u orgánica (Dharmendra et al., 2022).

En cuanto a las características físicas de los suelos, se realizaron pruebas para evaluarlas, tales como el análisis granulométrico, la determinación del límite líquido y el límite de plasticidad, el cálculo del índice de plasticidad y la medición del contenido de humedad, etc (Moreno-Maroto et al. 2021). La determinación del límite de consistencia desempeña un papel fundamental al identificar el tipo de suelo y clasificarlo según las tablas estandarizadas, las cuales se basan en los porcentajes correspondientes a cada tipo de capa. Estos procedimientos se llevan a cabo siguiendo las normativas establecidas por AASTHO o SUCS (Chu, et al. (2021)). Así mismo, la densidad máxima seca y el contenido de humedad se refieren al punto en el que un suelo ensayado alcanza su densidad máxima después de ser compactado a una humedad óptima, es decir, es la mayor densidad que el suelo puede alcanzar., (Ifediniru, et al., 2022). El CBR (California Bearing Ratio) se utiliza para medir la capacidad de soporte de un suelo, ya sea al 95% o al 100% de su máxima densidad seca, según lo establecido por la normativa correspondiente, (Mainak et al., 2021). A medida que aumenta la densidad aparente, disminuyen la conductividad hidráulica, la retención de agua, la porosidad y la permeabilidad del suelo, por lo que su valor indica el grado de compactación o soltura del suelo (Propiedades físicas del suelo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba, 2021 pág. 3). Dentro de las propiedades químicas, se determina el ph del suelo que indica la acidez del suelo que se refiere a la concentración de iones de hidrógeno  $H^+$  en el suelo (expresada en logaritmos). El pH determina una amplia gama de funciones en el suelo, afectando sus propiedades físicas, químicas y biológicas las cuales servirá para conocer el efecto de dichas

propiedades en el suelo (pH del suelo, 2018).



*Figura 1.* Aplicación de estabilizador de suelos.

Fuente: (Rincón, 2020)

Según el MEM (2016), la estabilización del suelo implica la mejora de las características físicas del suelo a través de la aplicación de métodos mecánicos o la incorporación de sustancias químicas, ya sean de origen natural o sintético.

Además, el proceso de estabilización química de suelos se fundamenta en el uso de sustancias químicas denominadas estabilizadores químicos. Estos agentes deben ser mezclados de forma homogénea y completa con el suelo objetivo, y posteriormente sometidos a un proceso de curado según las indicaciones técnicas proporcionadas por el producto en cuestión. El principal objetivo de utilizar estabilizadores químicos es conferir ciertas propiedades al suelo tratado en un espesor determinado, con el fin de mejorar su comportamiento durante las etapas de construcción y/u operación.

**Tabla 1. Estabilizadores químicos y sus efectos.**

<b>ESTABILIZADOR QUIMICO</b>	<b>EFFECTOS</b>
<b>Cal</b>	Disminuye la plasticidad del suelo, incrementa la capacidad de compactación, mejora el índice de resistencia CBR y aumenta la resistencia a la tracción del suelo.
<b>Cemento</b>	Fortalece la estructura del suelo
<b>Escoria</b>	Mayor resistencia e impermeabilización.
<b>Cloruro de sodio</b>	Absorbe la humedad del aire, reduciendo el polvo.
<b>Cloruro de Calcio</b>	Al igual que el cloruro de sodio, mejora la compactación, incrementa la resistencia del suelo, previene la degradación de la superficie y resiste el polvo.
<b>Cloruro de magnesio</b>	Al igual que el cloruro de sodio, favorece la consolidación del suelo, aumenta su resistencia, evita la degradación de la superficie y reduce la generación de polvo.

Fuente: (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014)

Con respecto a la estabilidad del suelo, según el MEM (2016) indica los términos y definiciones cubiertos en este estudio son los siguientes:

**Capacidad de soporte:** Carga por unidad de área, la deformación causada bajo diferentes condiciones de carga no excede la deformación prevista.

**Comportamiento ante cambios de humedad:** Capacidad para soportar cambios significativos en una o más características operativas del suelo., causados por la naturaleza (variaciones estacionales) o por el hombre (extracción de agua, drenaje, etc.).

**Comportamiento ante ciclos hielo-deshielo:** La capacidad de un suelo para soportar cambios de volumen y presión causados por cambios de fase en el agua que contiene.

**Control de la emisión de polvo:** La capacidad de los suelos para modular la liberación ambiental de partículas finas que forman el suelo bajo la influencia de factores mecánicos y climáticos externos.

**Curado:** El tiempo que tarda un lecho tratado químicamente en completar una reacción fisicoquímica y producir las propiedades deseadas.

**Durabilidad a la abrasión:** La capacidad del suelo para resistir los efectos de factores mecánicos o climáticos, que controlan la separación de sus partículas constituyentes.

**Estabilidad bajo agua:** Capacidad del suelo para mantener su volumen y/o propiedades de soporte cuando está saturado.

**Estabilización mecánica:** Mejora las características físicas y mecánicas del suelo.

**Estabilización química:** Mejora las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo mediante la incorporación de compuestos.

**Estabilización de suelos:** Considera el concepto general de mejorar las propiedades físicas y/o mecánicas del suelo a través de tratamientos mecánicos y/o fisicoquímicos.

El **cloruro de magnesio**, es un compuesto de cloruro que se presenta en forma de cristales blancos y muestra una fuerte afinidad química por el agua. Es capaz de retener volúmenes significativos de agua y forma una solución al estar expuesto al aire. Sus propiedades lo desarrollan en un estabilizador químico eficaz para la compactación de partículas, ya que puede absorber y retener la humedad ambiental, incrementar la tensión superficial del agua y reducir la presión de vapor. En el caso de carreteras pavimentadas, se puede utilizar para prevenir la formación de hielo ("antihielo") o para derretir el hielo existente en las aceras ("hielo"), debido a su capacidad para disminuir la temperatura de congelación en ambientes por debajo de los -5 °C. Por otro lado, en caminos sin pavimentar, se utiliza como estabilizador de suelos y mitigador de polvo (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

En el rango de actividad de los estabilizadores de cloruro de magnesio; considere la higroscopicidad como la capacidad de absorber humedad; también evita la evaporación para que no se pierda la humedad almacenada; resiste bajas temperaturas de congelación de hasta -32,8 °C y finalmente se disuelve bien en agua

para formar rápida y fácilmente una solución líquida (Guillen et al., 2021).

**Tabla 2.** *Composición química del cloruro de magnesio.*

<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>	
Cloro	29 - 32.8%
Magnesio	10 - 12.8%
Agua	50 - 55%
<b>COMPONENTES MENORES</b>	
Sodio	0.5 – 2.5%
Sulfato	0.0 – 2.0%
Potasio	0.3 – 3.8%
Litio	0.2 – 1.1%

Fuente: (Saavedra Cuevas, 2006)

El deterioro de la **calidad del aire** causado por el material particulado respirable (PM<sub>10</sub>) es actualmente uno de los problemas ambientales y de salud más graves del mundo. Esta contaminación está asociada con impactos adversos sobre los ecosistemas, el cambio climático, la infraestructura urbana y especialmente la salud humana. Con base en el análisis de los componentes clave, se identificaron seis factores que explican la fuente de contaminación: erosión local del suelo y de las carreteras (63 %), obras civiles (13 %), residuos industriales de gas (6 %), desgaste de los frenos (5 %), emisiones de automóviles (4%) y otras fuentes (9%) (Ramirez Hernández, 2019).

Como **método de control de polvo**: los caminos no pavimentados (afirmados) deben estar preparados, humedecidos y compactados previamente y no tener degradación superficial. El material contiene preferentemente de 20% a 10% de material de grano fino para asegurar su cohesión, el 20% del granulado es mayor de 10 mm para asegurar una mínima estabilidad estructural. De esta manera, se pueden lograr revestimientos de superficie duraderos, la dispersión de polvo causada por el tráfico de automóviles se reduce casi por completo y las condiciones ambientales mejoran

significativamente. También como estabilizador superficial: En este caso, la parte superior de la capa endurecida debe mezclarse con el producto diluido en agua. Su grosor oscila entre los 7 y los 15 cm según la versión. Dependiendo del grado de plasticidad del material tratado (a mayor IP, menos cloruro de magnesio requerido), la cantidad de cloruro de magnesio utilizada varía entre el 3% y el 5% de la materia seca del suelo. El material debe trabajar y mezclarse bien con equipos pesados como cargadores frontales y motoniveladoras y debe humedecerse hasta alcanzar la humedad óptima, teniendo en cuenta la dosificación de salmuera de cloruro de magnesio y restando la humedad natural en el material identificado. Finalmente, el material ya húmedo debe ser debidamente dividido y compactado con rodillos vibratorios lisos (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

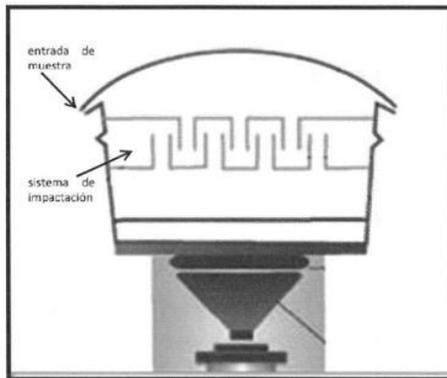
Según el Decreto Supremo N° 003 - 2017 MINAM, emitido por el (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2017), se establecieron los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire. En este protocolo se han definido principios de ingeniería regulatoria para el monitoreo ambiental y se han establecido métodos de referencia para determinar las concentraciones estándar de indicadores de calidad del aire, de acuerdo a los estándares establecidos. El diseño del protocolo se centra en la necesidad de obtener de manera eficiente y efectiva las concentraciones de contaminantes del aire en un área específica, con el objetivo de orientar acciones preventivas, correctivas o de mejora relacionadas con la contaminación del aire a largo plazo. El alcance del monitoreo abarca la implementación de planes de acción para mejorar la calidad del aire, priorizando la evaluación en áreas residenciales donde la contaminación puede tener posibles impactos en la salud pública. El monitoreo continuo se realiza en función de las certezas y considerando las necesidades en curso.

**Tabla 3.** *Número mínimo de estaciones de monitoreo de calidad del aire, según el criterio poblacional.*

<b>POBLACIÓN (miles de habitantes)</b>	<b>Número mínimo de estaciones de monitoreo</b>
0- 249	1
250 - 749	2
750 – 999	3
1000 – 1499	4
1500 – 1999	5
2000 – 2749	6
2750 – 3749	7
3750 – 4749	8
4750 – 5999	9
≥6000	10

Fuente: (Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 2008)

Los parámetros de medición del aire tienen en cuenta funciones de investigación relevantes, como la medición de ozono, sulfuro de hidrógeno, partículas de menos de 10 micras (PM10) o menos de 2,5 micras (PM2,5), que son comunes en las sustancias asfálticas. Asimismo, de acuerdo a la determinación de la frecuencia y periodo de monitoreo, se debe determinar como prioridad la presencia de la mayor fuente de contaminación, por ejemplo, se deben medir partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5) si el volumen de tránsito vehicular es mayor. mayor que el volumen de tráfico continuo en la ECA. - período de medición basado de 1 hora a 24 horas para el monitor. Por lo tanto, dentro de la metodología para realizar esta medición, se considera equipos o dispositivos que permitan ingresar la muestra de aire, contar con un medio de colección para la sustancia, controlar y medir el paso del aire. Durante el monitoreo, se debe proporcionar un mecanismo para registrar grandes cantidades de flujo de muestra y la sonda selectiva debe permitir un flujo de aire de entrada simétrico sin obstruir la dirección del viento. Cuando el aire ingresa al sistema de impacto, las boquillas se encargan de transportar las partículas y separar las partículas mayores de 10 micras (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2017).



*Figura 2.* Esquema de un cabezal selectivo de alto volumen para PM10.

Fuente: (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2017)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Para Lozada (2014), La investigación será tipo aplicado ya que estará enfocada a la solución de un problema específico; este tipo ocurre cuando la investigación básica ya se ha hecho y tiene como objetivo utilizar el conocimiento teórico del uso de cloruro de magnesio para resolver algunos problemas prácticos de inestabilidad en vías sin pavimentar. El enfoque cuantitativo se fundamentaba en la recopilación y análisis de datos con el propósito de responder preguntas de investigación y poner a prueba hipótesis previamente formuladas. Este enfoque se basaba en la medición de variables y el uso de herramientas de investigación, haciendo uso de técnicas de estadística descriptiva e inferencial, análisis estadístico y pruebas de hipótesis. Además, implicaba la formulación de hipótesis estadísticas, la estructuración del diseño de investigación, el muestreo y otros aspectos metodológicos relevantes (Ñaupas Paitan, y otros, 2018).

##### **Diseño de investigación**

Un diseño de investigación es la estrategia general que utiliza un investigador para resolver la pregunta en cuestión (G Arias, 2016). La investigación del diseño será experimental, se aplicará el  $MgCl_2$  en la estabilización de la subrasante, la cual será monitoreada para realizar las pruebas de laboratorio correspondientes a la investigación.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

##### **3.2.1 Variable Independiente:**

Cloruro de magnesio

##### **Definición conceptual:**

Es una sal soluble (se convierte en líquido), por lo que tiene afinidad química por el agua y, cuando se expone a la atmósfera, puede absorber cantidades relativamente

grandes de agua para formar una solución líquida (Valera Barboza, 2021).

**Definición operacional:**

En las muestras extraídas se añadió los porcentajes de dosificaciones correspondientes para lograr aumentar de capacidad de resistencia del suelo y analizar la estabilidad de la subrasante del camino.

**Indicadores:**

Se identificó las muestras no alteradas y muestras que se incorporó cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12% para el estudio.

**Escala de medición:**

Sera la Razón.

**3.2.2 Variable Dependiente:**

Mitigación de Polvo

**Definición conceptual:**

Para el investigador Roque Willy (2018) define el polvo como dispersión de partículas sólidas en el ambiente generado por desplazamiento de equipos o vehículos.

**Definición operacional:**

Medidor de caudal PQ 200, Dispositivo de recolección de partículas PM10 en el entorno, altamente adecuado para evaluar la calidad del aire, monitorear zonas contaminadas, realizar mediciones perimetrales y respaldar proyectos de mitigación ambiental (Intecon.inc, 2023)

**Indicadores:**

Sus indicadores son concentración de PCC.

**Escala de medición:**

Sera la Razón.

**3.2.3 Variable Dependiente:**

Estabilización de la subrasante.

**Definición conceptual:**

Hace referencia al proceso de aumentar las características físicas del suelo mediante la utilización de métodos que combinaban tanto procesos mecánicos como productos químicos, ya sean naturales o sintéticos (Manual de ensayos de materiales, 2016).

**Definición operacional:**

Se identificó y evaluó la zona del Sec. La Merced del distrito de Laredo– Trujillo para el recojo de muestras que serán utilizados en los ensayos de laboratorio.

**Indicadores:**

Se realizó la inspección del lugar de estudio e identificación del tipo de suelo para la elaboración de ensayos correspondientes en:

Granulometría, Proctor Modificado, Cbr, Índice de plasticidad, Contenido de Humedad, Medición de Ph y Monitoreo ambiental del aire.

**Escala de Medición:**

Sera la Razón.

Para obtener información adicional, le sugerimos que consulte la matriz de variable (pág. 58) y la matriz de operacionalización (pág. 59).

**3.3 Población, muestra y muestreo****Población:**

Para las investigadoras Mosteiro y Porto (2017) una población se refiere a una colección de todos los individuos que desean estudiar un fenómeno.

En esta investigación, se consideró como población a los 500 metros de longitud localizado en la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo.

- **Criterios de inclusión:** Caminos no pavimentados con presencia de polvo fugitivo y baches dentro de los 500 mts del tramo de estudio de la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo.
- **Criterios de exclusión:** Zonas donde no corresponden al tramo de estudio.

### **Muestra:**

Es importante que la muestra sea representativa de la población en cuestión. Esto significa que la muestra debe tener características similares a las de la población o, en su defecto, ser lo más similar posible a ella (Sucasaire Pilco, 2022).

La muestra estuvo conformada por los 500 metros de vía no pavimentada en la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo - Trujillo en el cual se realizó 2 calicatas de suelo de los cuales a cada calicata se le realizó 16 ensayos a la muestra sin alterar, 10 ensayos a la muestra con 3%, 6%, 9% y 12% de Mgcl<sub>2</sub> finalmente obteniendo un total de 56 ensayos de laboratorio por calicatas. Así mismo se realizó 2 ensayos de monitoreo ambiental de pm<sub>10</sub>, que consistió primeramente en un monitoreo ambiental al suelo sin estabilizar en un tramo de 80 metros y el segundo a un tramo de 10 metros del suelo estabilizado con Mgcl<sub>2</sub>.

**Tabla 4.** *Ensayos de laboratorio por calicata.*

<b>N° Calicatas</b>	<b>Cantidad De Ensayos</b>
1	56
2	56
<b>Total de Ensayos</b>	<b>112</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** *Detalle de cantidad de ensayos.*

<b>Ensayos</b>	<b>Muestra</b>					
	<b>Calicata 1,2</b>	<b>Muestra sin alterar</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>	<b>12%</b>
Contenido de humedad natural	3					
Análisis granulométrico	3					
Limite líquido y limite plástico	3	3	3	3	3	
Proctor modificado	3	3	3	3	3	
Cbr	3	3	3	3	3	
Ph	1	1	1	1	1	
<b>Total de Ensayos por Calicata</b>		<b>56</b>				

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6.** *Ensayos de Monitoreo de calidad del aire.*

<b>Monitoreo Ambiental Material Particulado Pm10</b>	
Tramo sin estabilizar	1
Tramo estabilizado con cloruro	1
<b>Total De Ensayos</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Muestreo:**

Para Otzen y Manterola (2017), el objetivo del proceso de muestreo es analizar la relación entre la distribución de una variable en la población objetivo y la distribución de esa misma variable en la muestra de estudio.

En la presente investigación, utilizamos el muestreo no probabilístico para evaluar las superficies más críticas de la zona para realizar la estabilización aplicando MgCl<sub>2</sub>.

**Unidad de análisis:**

Se realizaron 2 calicatas en total, para realizar la muestra no alterada y alterada con los porcentajes 3%, 6%, 9% y 12%, respectivamente. Y finalmente se realizó un monitorio ambiental con el porcentaje óptimo para la estabilización.

**3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Sánchez et al., (2021) los métodos y herramientas utilizados para recopilar información en un estudio, siempre conduce a un proceso analítico, que comienza con la interpretación de lo estudiado por el investigador. En el proceso de análisis y procesamiento se realiza una u otra selección de información, sustentada no solo en nuestras experiencias de vida, nuestro mundo sociocultural, sino también en la intuición y sobre todo en el propósito de la premisa investigativa.

**Técnicas**

Las observaciones de tipo directo se basaron en estudios de las áreas afectadas, estudios de mecánica del suelo, recuperación y compilación de información estadística y la aplicación final de software relacionado con la ingeniería.

**Instrumentos**

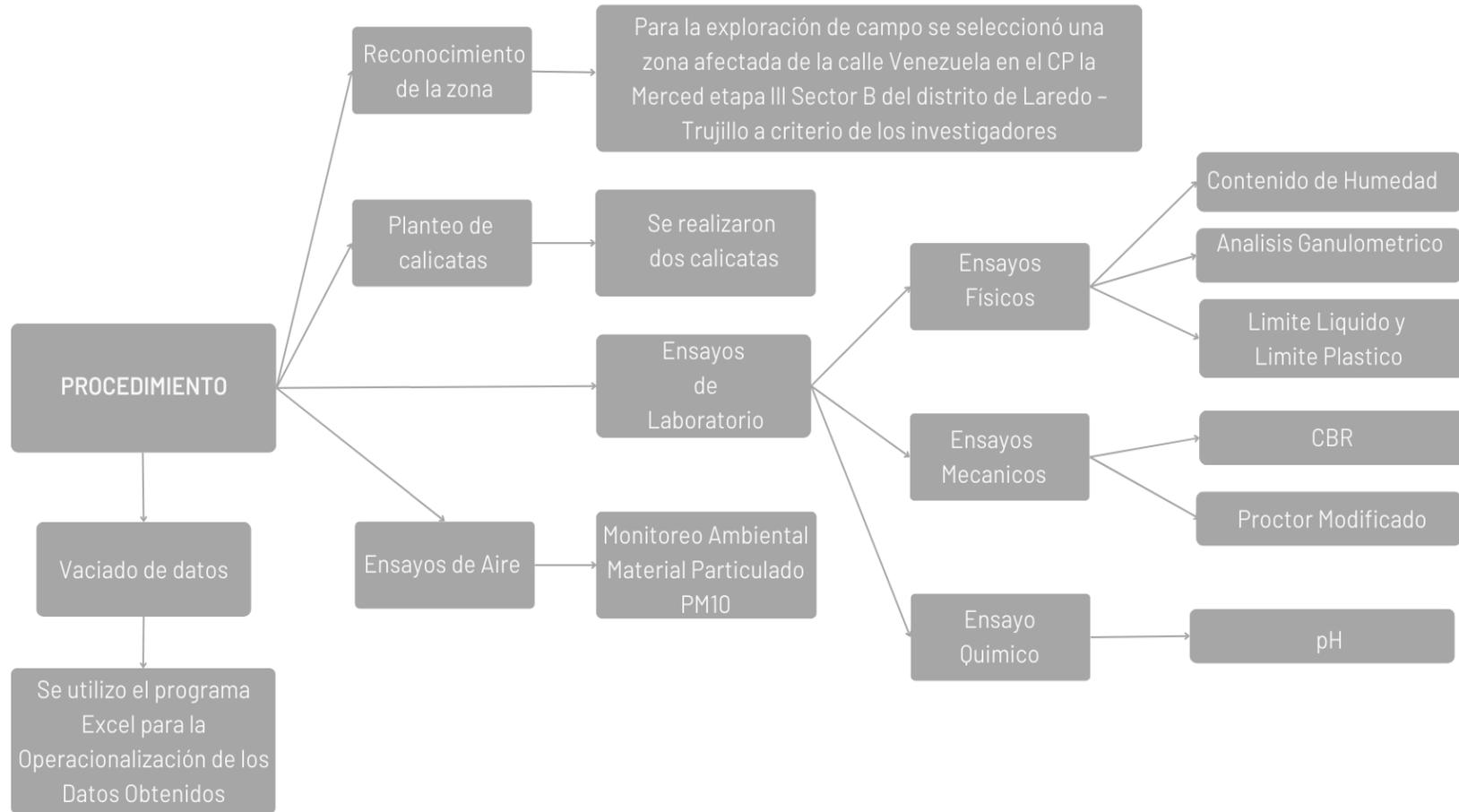
Se emplearon los formatos o fichas técnicas que el laboratorio de suelos maneja para la recopilación de datos y análisis correspondientes. Todos los análisis y formatos están respaldados por las siguientes normas: Análisis granulométrico (ASTM-D422),

Contenido de humedad (ASTM-D2216), Proctor (ASTM D1557), CBR (ASTM-D1883), Límites de consistencia de Atterberg (ASTM-D4318) todo ellos fundamentado por la norma E050 (Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2020) de suelos y cimentaciones, ensayo pH (NTP 339.176). Así mismo se utilizó el formato de monitoreo ambiental de calidad del aire (Decreto Supremo N°003-2017 MINAM).

### **3.5 Procedimiento**

Para el estudio, se realizaron dos calicatas de 1.50mt en diferentes tramos de los 500mts de la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo. Para la excavación se utilizaron herramientas manuales y mano de obra. Se recolectaron muestras que fueron evaluadas en un laboratorio de suelos, se tomaron cinco muestras por cada calicata, que incluyeron una muestra no alterada con MgCl<sub>2</sub> y cuatro muestras alteradas adicionando MgCl<sub>2</sub> al 3%, 6%, 9% y 12%. Para el estudio de las propiedades físicas se evaluó el contenido de humedad, granulometría e índice de plasticidad, así también se evaluó las propiedades mecánicas con el Cbr y proctor, así mismo, se realizó un ensayo de pH para determinar las propiedades químicas del suelo patrón y el suelo con los porcentajes correspondiente. Por consiguiente, se determinó el mejor porcentaje de MgCl<sub>2</sub> para ser utilizado en campo, el cual consistió en tomar 10 metros de la calle para estabilizarlo utilizando el material propio del suelo al cual se le adicionó MgCl<sub>2</sub> disuelto en agua de acuerdo al porcentaje obtenido. Finalmente se realizó la medición de Pm<sub>10</sub> en el primer tramo de los 80 metros del suelo natural existente y otra medición en los 10 metros del suelo estabilizado con MgCl<sub>2</sub> al porcentaje óptimo.

Figura 3. Esquema representativo del procedimiento.



### **3.6 Método de análisis de datos**

Los resultados de análisis se obtuvieron por laboratorios debidamente certificados. Para una interpretación más clara de los datos estos se procesaron mediante tablas y gráficos, el programa usado fue Excel 2022 para poder calcular el análisis de la varianza (ANOVA) y el método de Tukey para la contrastación de hipótesis.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación cumplió con los aspectos éticos de la “Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV de la Universidad Cesar Vallejo” (2017). Finalmente, la aplicación del principio de objetividad exige que se tomen en cuenta de manera justa los resultados justos, privados y confidenciales de la investigación y los beneficios que trae para todos los vecinos del sector La Merced del distrito de Laredo - Trujillo.

#### IV. RESULTADOS

Las muestras que sometieron a análisis en el laboratorio fueron obtenidas mediante la ejecución de excavaciones (calicatas). Los resultados mostrados en los objetivos específicos 1 y 2 son los promedios de cada ensayo propuesto para cada calicata. En la tabla 7 se expone con mayor precisión la ubicación geográfica de dichas muestras.

Tabla 7. *Ubicación de las muestras patrón.*

Muestra	Calicata	Coordenadas		Ubicación
Muestra 01	C-01	S 8° 4' 50"	W 78° 57' 6"	Laredo
Muestra 02	C-02	S 8° 4' 51"	W 78° 57' 5"	Laredo

#### 4.1. OE 1: Determinar las características físicas y mecánicas del suelo del tramo en estudio.

Se realizaron ensayos de granulometría, límites de atterberg, proctor y cbr para establecer el tipo de suelo y así realizar los ensayos adecuados para analizar su eficacia en conjunto con el cloruro de magnesio y las dosificaciones propuestas.

Tabla 8. *Clasificación de suelos.*

Clasificación Del Suelo	C - 01	C - 02
Grava	29.3%	29.1%
Arena	44.2%	45.7%
Fino	26.5%	25.2%
Contenido de Humedad	11.1%	12.9%
SUCS	Arena arcillosa con grava	
ASASHTO	A - 2 - 4	

El contenido de arena en las muestras extraídas de las dos calicatas es ciertamente mayor, como se puede ver en la tabla 8. En la calicata N°1 el porcentaje de muestra

que pasa a través de la malla N° 4 con una abertura de tamiz de 4.760mm es del 44.2% mientras que la calicata N°2 es del 45.7%. Esto nos permite visualizar la distribución del tamaño de partículas en las muestras, por lo cual se presenta la curva granulométrica de las 2 calicatas.

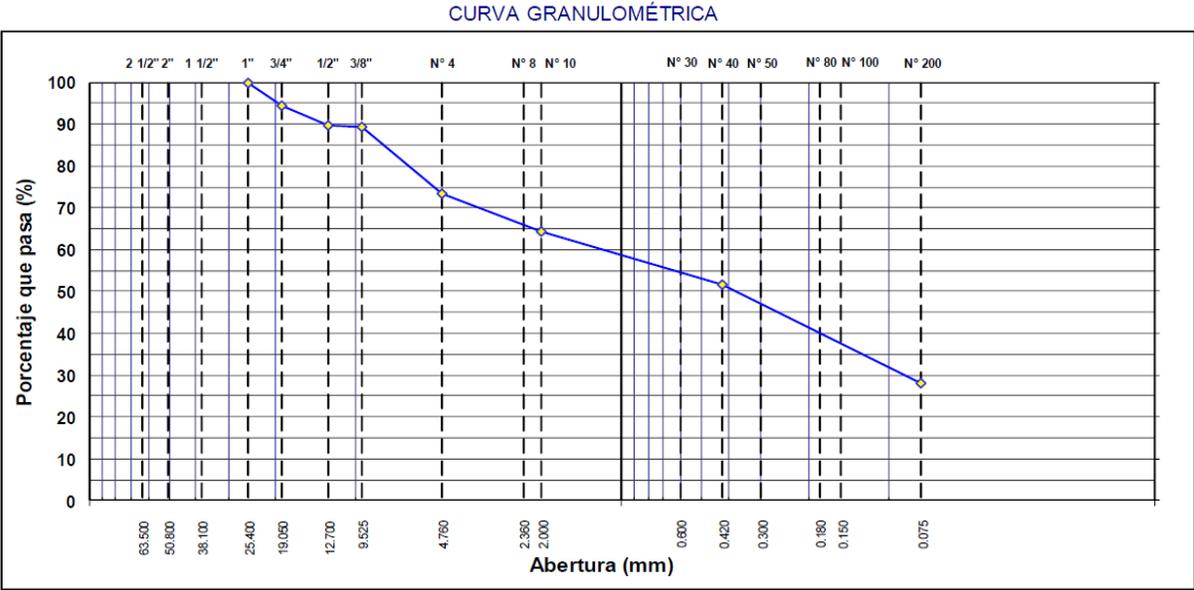


Figura 4. Curva granulometrica calicata N°1.

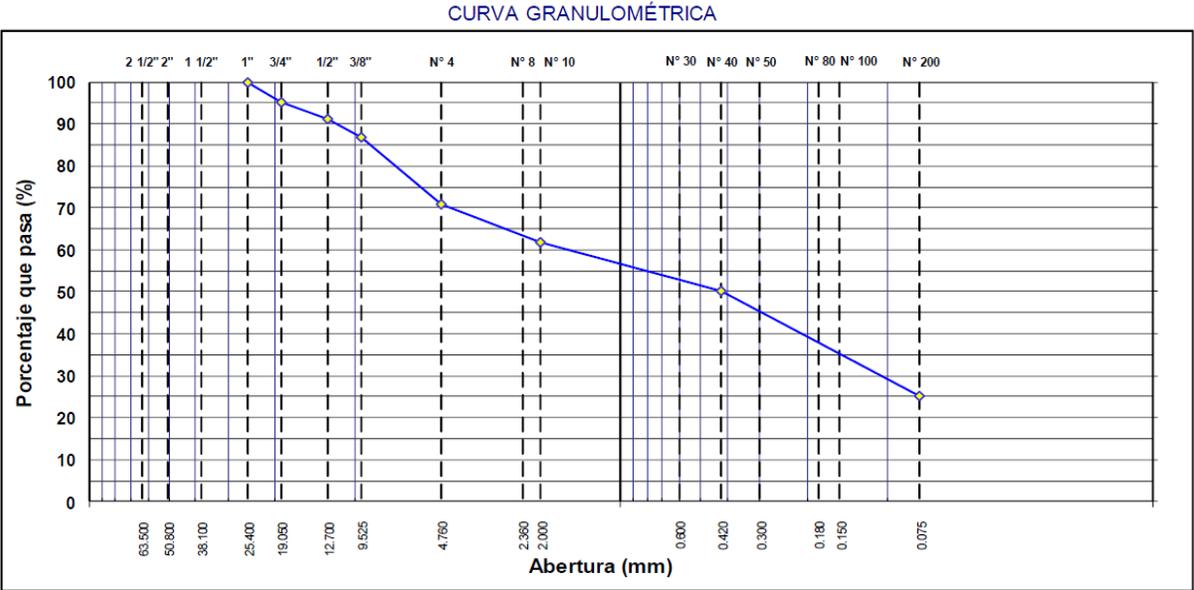


Figura 5. Curva granulometrica calicata N°2.

En la Calle Venezuela - Laredo se ejecutaron pruebas de límites de Atterberg con el objetivo de analizar el comportamiento del suelo en relación a su contenido de humedad.

Tabla 9. Límites de Atterberg de las muestras convencionales.

Límites de Atterberg	C - 01	C - 02
Límite Líquido	27.33	28.74
Límite Plástico	20.12	20.72
Índice Plástico	7.21	8.02

En la tabla 9 se muestra los porcentajes obtenidos de Límites de Atterberg que conforman la subrasante de la calle Venezuela – Laredo, donde se llevaron a cabo las 2 calicatas.

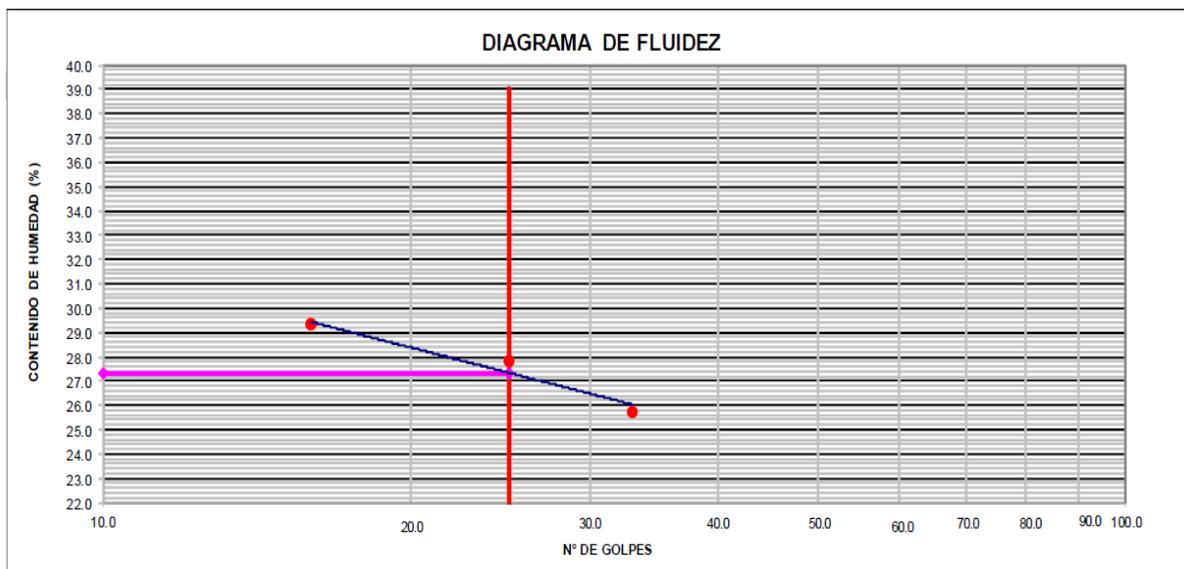


Figura 6. Curva de Límites de Atterberg C- 01.

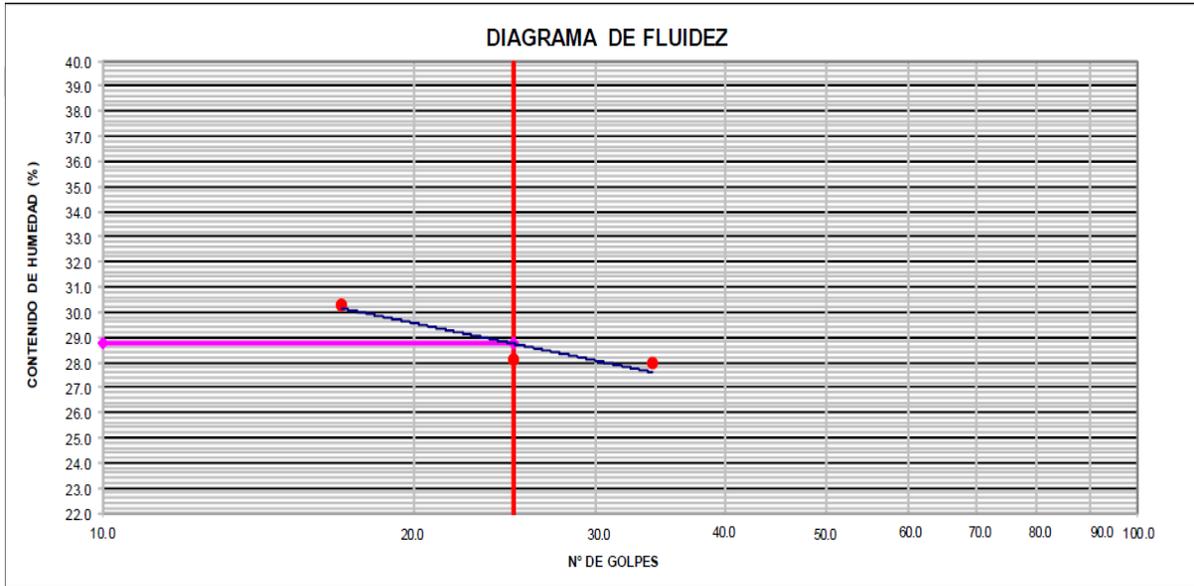


Figura 7. Curva de Limites de Atterberg C- 02.

Tabla 10. Resultados Proctor Modificado.

Proctor	C - 01	C - 02
MDS (Kg/m <sup>3</sup> )	2.036	2.030
OCH (%)	9.43	9.64

La tabla 10 muestra los valores del Proctor Modificado, donde se pueden observar los resultados de la máxima densidad: 2.036 para la C-01 y 2.030 para la C-02. Además, se muestra el contenido de humedad óptimo: 9.43 para la C- 01 y 9.64 para la C-02.

Tabla 11. Valores de CBR convencional.

CBR	C - 01	C - 02
CBR al 100% de MDS (%)	11.8	10.9
CBR al 95% de MDS (%)	10.2	9.4

La tabla 11 muestra los valores de CBR, se concluye que el suelo de la calle Venezuela del Sector Santa Rosa etapa III de Iaredo, tiene una subrasante regular y buena según el manual de carreteras del MTC.

**4.2. OE2:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%.

Se efectuaron pruebas de límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR con la mejora de MgCl<sub>2</sub>, para comparar una muestra de referencia con muestras que presentaban concentraciones del 3,00%, 6,00%, 9,00% y 12,00% respectivamente.

Tabla 12. Resultados de límites de Atterberg añadiendo MgCl<sub>2</sub> en la calicata N°1.

Límites de Atterberg	Muestra Patrón	MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>
Límite Líquido	27.33	27.15	27.31	28.13	26.89
Límite Plástico	20.12	20.14	20.1	20.88	20.01
Índice Plástico	7.21	7.01	7.1	7.25	6.88

MP: Muestra Patrón.

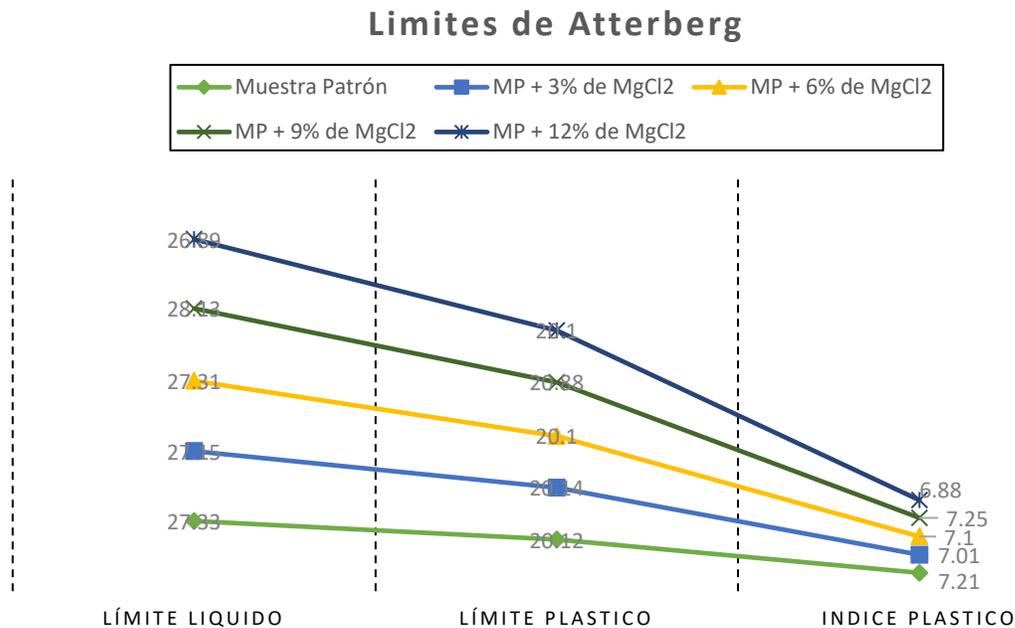


Figura 8. Límites de Atterberg con MgCl<sub>2</sub>, calicata n°1.

En la figura 8 se puede observar que con la adición del 3% de MgCl<sub>2</sub>, se produce una reducción del índice plástico a 7.01% con respecto a la muestra patrón que es de

7.21%, con el 6.00% de MgCl<sub>2</sub>, se registra una disminución del índice plástico de 7.21% a 7.1%, así mismo, al agregar un 9.00% de MgCl<sub>2</sub> se logra un incremento de 7.21 a 7.25% y con la adición de 12% se produce una reducción de 7.21% a 6.88. Por lo tanto, se concluye que con la adición del 9.00% de MgCl<sub>2</sub> en la muestra extraída produce a mayor reducción en el índice plástico del suelo.

Tabla 13. Resultados de límites de Atterberg añadiendo MgCl<sub>2</sub> en la calicata N°2.

Límites de Atterberg	Muestra Patrón	MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>
Límite Líquido	28.74	27.59	26.84	27.13	27.23
Límite Plástico	20.72	20.38	19.76	20.23	20.26
Índice Plástico	8.02	7.21	7.08	6.90	6.97

MP: Muestra Patrón.

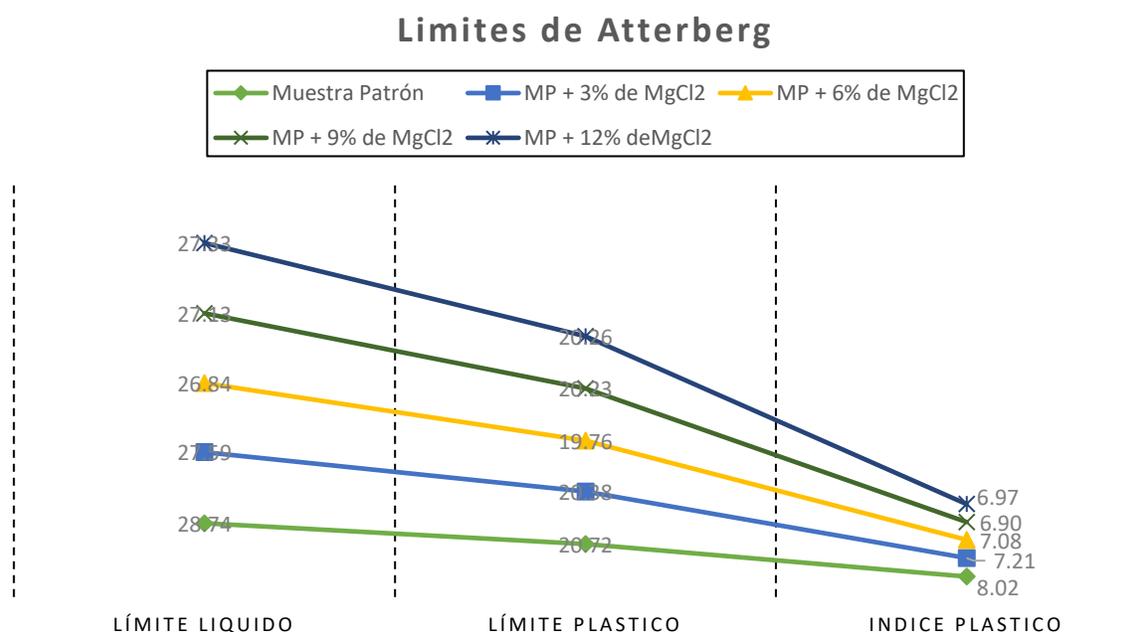


Figura 9. Límites de Atterberg con MgCl<sub>2</sub>, calicata n°2.

En la figura 9 se puede observar que con la adición del 3% de MgCl<sub>2</sub>, se produce una reducción del índice plástico a 7.21% con respecto a la muestra patrón que es de 8.02%, con el 6.00% de MgCl<sub>2</sub>, se registra una disminución del índice plástico de 8.02%, con el 6.00% de MgCl<sub>2</sub>, se registra una disminución del índice plástico de

8.02% a 7.08%, así mismo, al agregar un 9.00% de MgCl<sub>2</sub> se logra una reducción de 8.02 a 6.90% y con la adición de 12% se produce una reducción de 8.02% a 6.97. Por lo tanto, se concluye que con la adición del 9.00% de MgCl<sub>2</sub> en la muestra extraída produce a mayor reducción en el índice plástico del suelo.

Tabla 14. Resultado de Proctor Modificado calicata N°1.

Proctor	Máxima Densidad Seca (Gr/Cm <sup>3</sup> )	Optimo Contenido De Humedad	% De Variación (MDS)	% De Variación (OCH)
Muestra Patrón	2.036	9.43	0.00%	0.00%
MP + 03% de MgCl <sub>2</sub>	2.040	9.25	0.20%	-1.91%
MP + 06% de MgCl <sub>2</sub>	2.062	9.42	1.28%	-0.11%
MP + 09% de MgCl <sub>2</sub>	2.090	8.88	2.65%	-5.83%
MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>	2.074	9.16	1.67%	-2.86%

MP: Muestra Patrón.

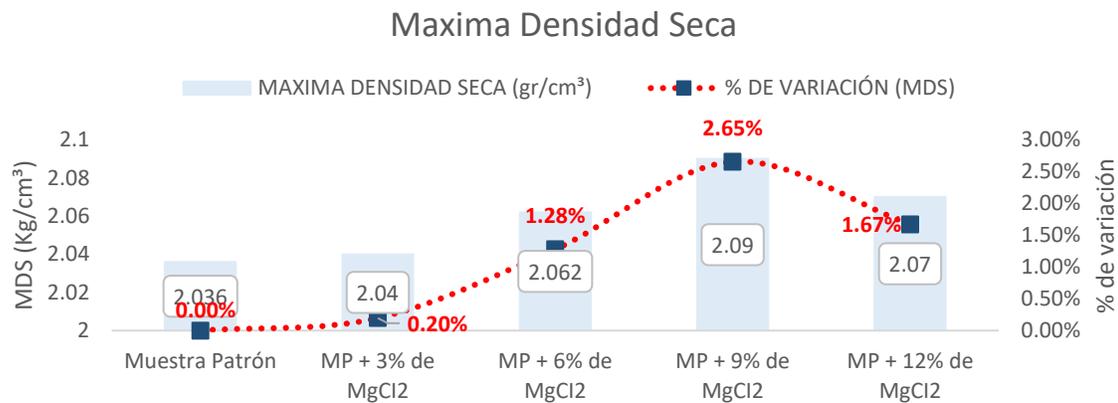
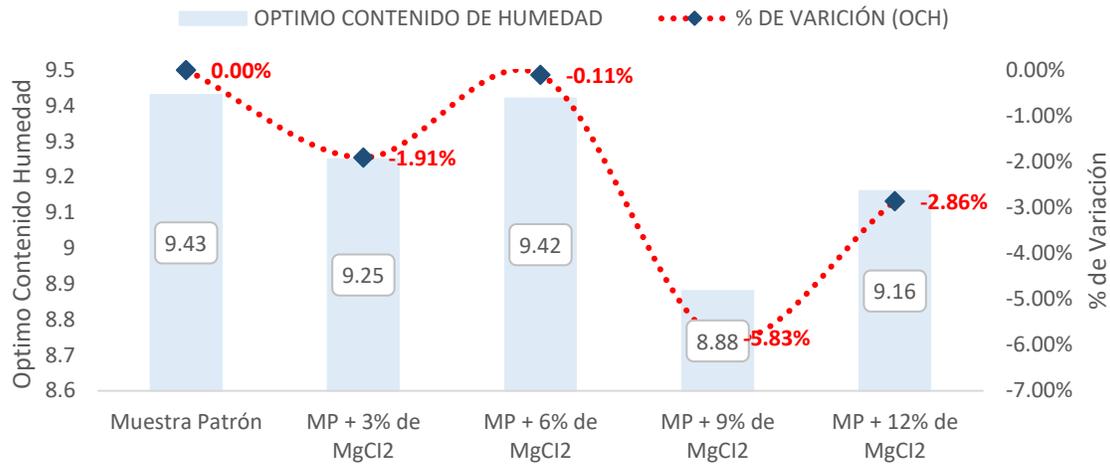


Figura 10. Comparación de porcentajes de variación de MDS en el suelo.

La figura 10 muestra la MDS de la calicata N°1 se observa que al agregar 9% de MgCl<sub>2</sub> alcanzó un mayor porcentaje de densidad seca, con un resultado de 2.09 gr/cm<sup>3</sup> y una variación de 2.65% en comparación con la muestra patrón.

## Óptimo Contenido de Humedad



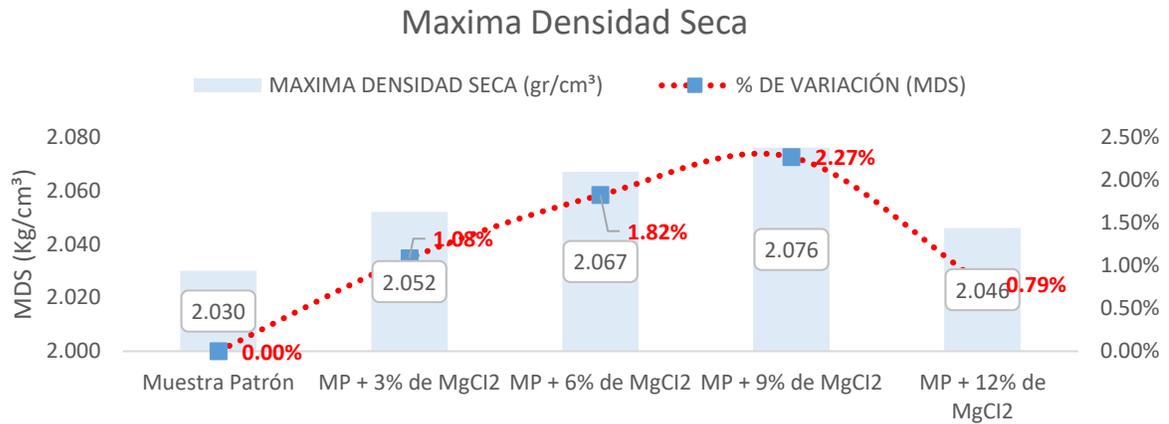
**Figura 11.** Comparación de los porcentajes de variación del OCH alcanzado en el suelo de arena arcillosa con grava.

En la figura 11, en la calicata N°1, se determinó el contenido de humedad óptimo, y se observó que el nivel más bajo de humedad óptima se logró con una concentración del 9.00% de MgCl<sub>2</sub>, lo cual mostró una variación de -5.83%.

**Tabla 15.** Resultado del Proctor Modificado calicata N°2

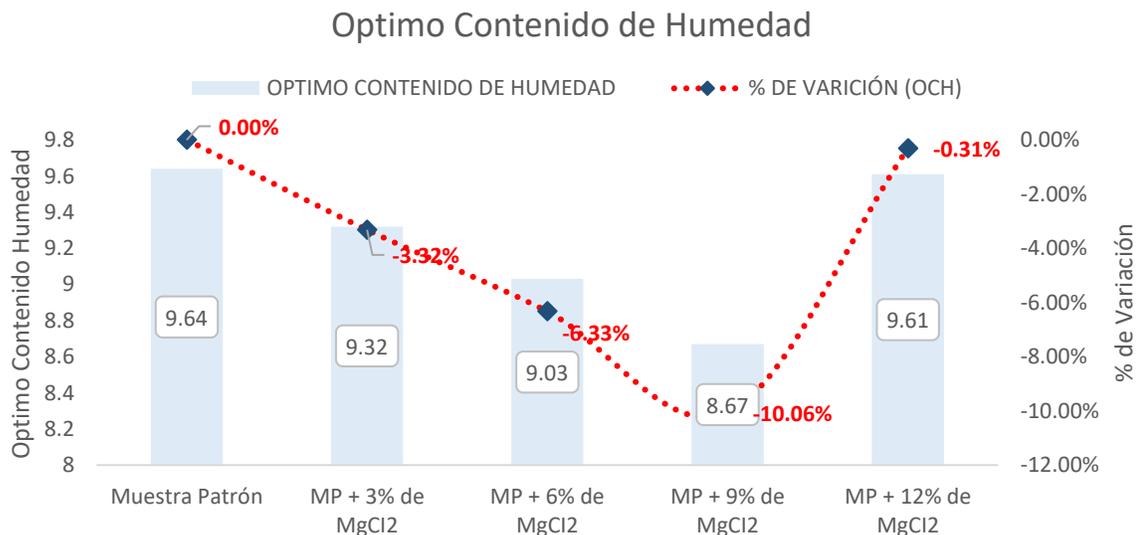
Proctor	Máxima Densidad Seca (Gr/Cm <sup>3</sup> )	Óptimo Contenido De Humedad	% de Variación (MDS)	% de Variación (OCH)
Muestra Patrón	2.030	9.64	0.00%	0.00%
MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	2.052	9.32	1.08%	-3.32%
MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	2.067	9.03	1.82%	-6.33%
MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	2.076	8.67	2.27%	-10.06%
MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>	2.046	9.61	0.79%	-0.31%

MP: Muestra Patrón.



*Figura 12.* Comparación de porcentajes de variación de MDS en el suelo de arena arcillosa con grava.

En la figura 12 que representa a la máxima densidad seca de la calicata N°2, se observa que al aumentar el contenido de MgCl2 en un 9.00% se alcanza el máximo porcentaje de compactación en el suelo de arena arcillosa con grava, obteniendo un resultado de 2.076 gr/cm<sup>3</sup>, con una variación de 2.27% en comparación con la muestra patrón.



*Figura 13.* Comparación de los porcentajes de variación del OCH alcanzado en el suelo de arena arcillosa con grava.

En la figura 13, en relación al contenido de humedad óptima para la calicata N°2, se puede observar que la menor cantidad de humedad óptima se mejorará al agregar un 9.00% de MgCl<sub>2</sub>, lo cual resultó en una variación de -5.83% en comparación con la muestra de referencia

Tabla 16. Resultados de CBR de la calicata N°1

Descripción	CBR al 95%	CBR al 100%	% de Variación CBR 95%	% de Variación CBR 100%
Muestra Patrón	10.2	11.8	0.00	0.00
MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	11.3	13.2	10.78	11.86
MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	13.2	15.1	29.41	27.97
MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	16.4	19.6	60.78	66.10
MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>	14.1	18.2	38.24	54.24

MP: Muestra Patrón.

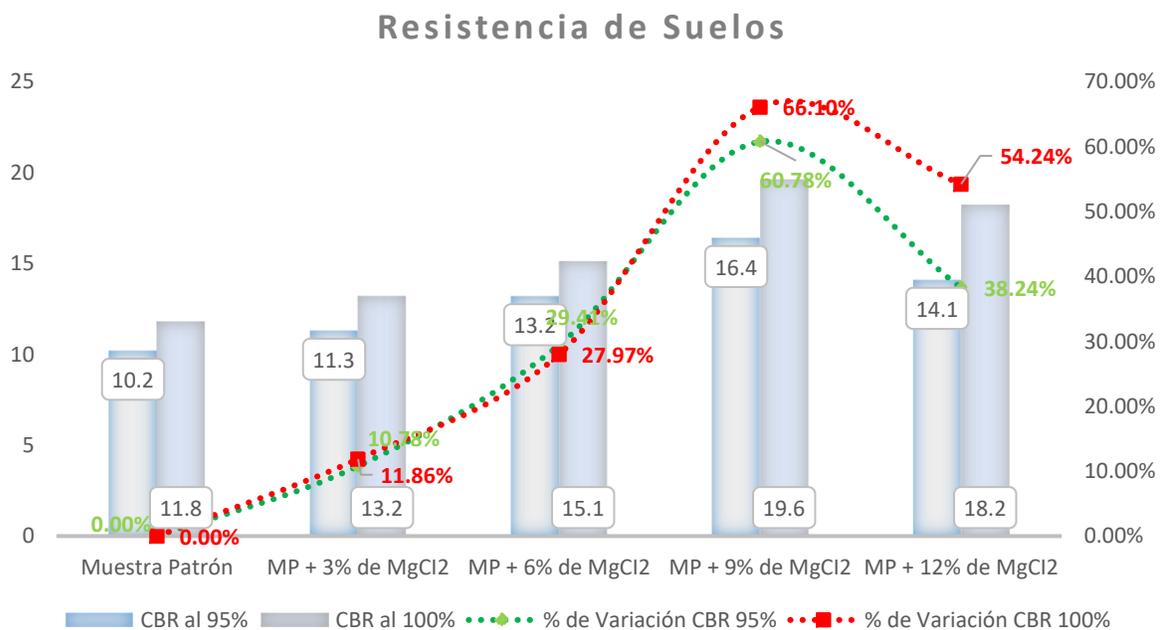


Figura 14. Comparación de porcentajes de variación de CBR de la calicata N°1.

En la figura 14 se presentan los resultados del CBR para la calicata N°1, donde se puede observar que la incorporación del 9.00% de MgCl<sub>2</sub> logra la mayor resistencia en el suelo. A una densidad seca del 95.00% se obtiene un valor de CBR del 16.40%

mientras que a una densidad seca del 100.00% el resultado es de 19.6%.

Tabla 17. Resultados de CBR de la calicata N°2

Descripción	CBR al 95%	CBR al 100%	% de Variación CBR 95%	% de Variación CBR 100%
Muestra Patrón	9.40	10.90	0.00	0.00
MP + 3% de MgCl2	12.40	14.30	31.91	31.19
MP + 6% de MgCl2	14.10	15.40	50.00	41.28
MP + 9% de MgCl2	17.20	19.20	82.98	76.15
MP + 12% de MgCl2	13.40	15.20	42.55	39.45

MP: Muestra Patrón.

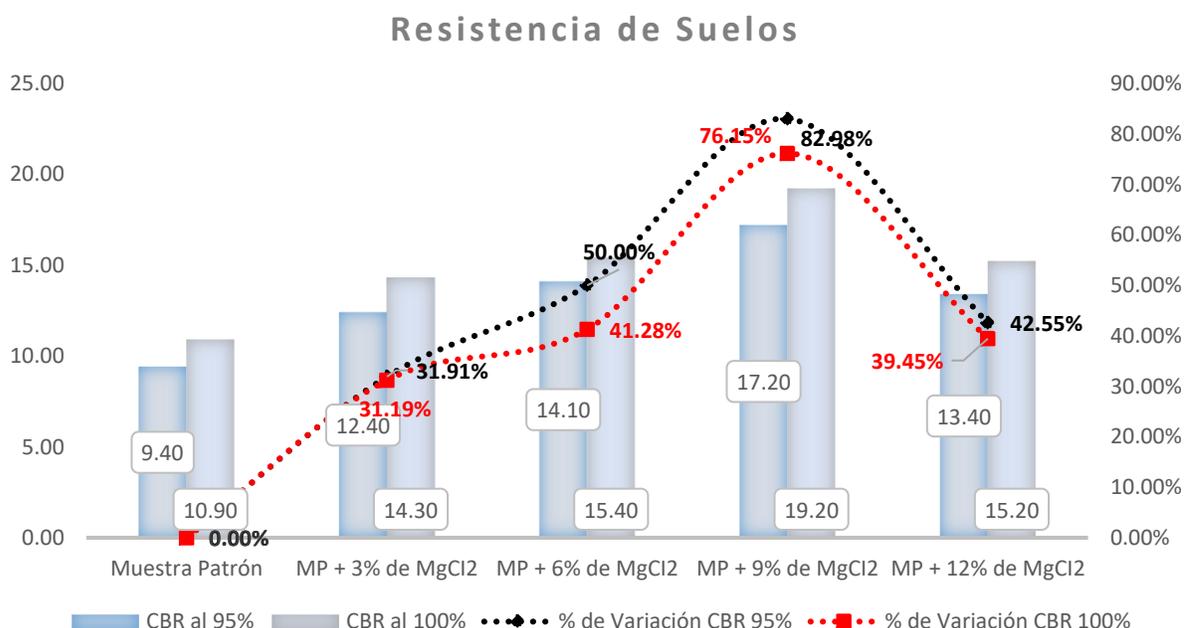


Figura 15. Comparación de porcentajes de variación de CBR de la calicata N°2.

En la figura 15 se pueden apreciar los resultados del CBR para la calicata N°2, donde se observa que la mejora del 9,00% de MgCl2 logra la mayor resistencia en el suelo. A una densidad seca del 95.00% se obtiene un valor de CBR del 17.20% mientras que a una densidad seca del 100.00% el resultado es de 19.2%.

**4.3. OE3:** Determinar la variación del Ph del tramo en estudio añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%.

Se realizó un ensayo de pH a la muestra patrón de cada calicata, así como también se determinó la variación del pH con cloruro de magnesio en porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% respectivamente.

Tabla 18. Resultados de ensayo de pH de la Calicata N°1.

Descripción	Resultado de pH	% de Variación de pH
Muestra Patrón	6.7	0.00
MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	7.3	8.96
MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	8.2	22.39
MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	8.9	32.84
MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>	9.7	44.78

MP: Muestra Patrón.

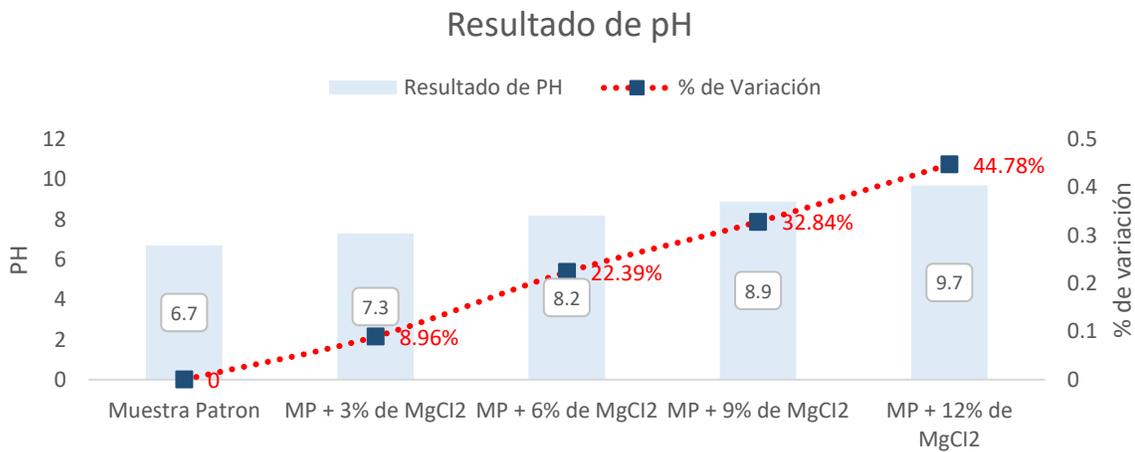


Figura 16. Comparación de los porcentajes de variación del pH.

En la figura 16 del gráfico comparativo del cambio porcentual del pH de la calicata N°1 se puede apreciar que al agregar MgCl<sub>2</sub>, el pH aumento. Partiendo de un valor de 6.7 que poseía la muestra patrón, se observa un incremento en el pH hasta alcanzar un valor de 9.7 con la combinación máxima, lo que representa una variación del 44.78%

en comparación con la muestra patrón.

Tabla 19. Resultados de ensayo de pH de la Calicata N°2.

Descripción	Resultado de pH	% de Variación de pH
Muestra Patrón	6.8	0.00
MP + 3% de MgCl <sub>2</sub>	7.3	7.35
MP + 6% de MgCl <sub>2</sub>	8.3	22.06
MP + 9% de MgCl <sub>2</sub>	8.8	29.41
MP + 12% de MgCl <sub>2</sub>	9.7	42.75

MP: Muestra Patrón.

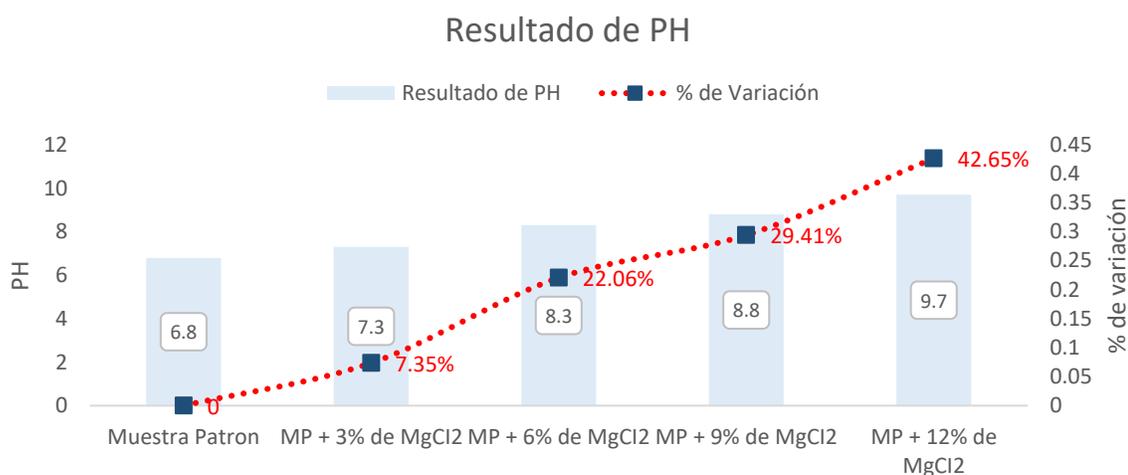


Figura 17. Comparación de los porcentajes de variación del pH.

En la figura 17 del gráfico comparativo del cambio porcentual del pH de la calicata N°2 se puede apreciar que al agregar MgCl<sub>2</sub>, el pH aumento. Partiendo de un valor de 6.8 que poseía la muestra patrón, se observa un incremento en el pH hasta alcanzar un valor de 9.7 con la combinación máxima, lo que representa una variación del 42.65% en comparación con la muestra patrón.

**4.4. OE4:** Determinar el nivel de mitigación de polvo de la superficie incorporando cloruro de magnesio.

Se realizó monitoreos de PM10 al tramo sin estabilizar y al tramo estabilizado para ver si cumple con los estándares de calidad de aire del MINAM.

Tabla 20: *Resultados de análisis de aire de tramo sin estabilizar.*

<b>Punto de Control</b>	<b>Descripción</b>	<b>PM – 10 (ug/m<sup>3</sup>)</b>
Pa- 01	Inicio de tramo sin estabilizar	113.94
Pa- 02	Fin de tramo sin estabilizar	114.73
Pa- 03	Inicio de tramo sin estabilizar	113.56
Pa- 04	Fin de tramo sin estabilizar	114.11
Pa- 05	Inicio de tramo sin estabilizar	112.99
Pa- 06	Fin de tramo sin estabilizar	113.79

Tabla 21: *Resultados de análisis de aire de tramo estabilizado.*

<b>Punto de Control</b>	<b>Descripción</b>	<b>PM – 10 (ug/m<sup>3</sup>)</b>
Pa- 01	Inicio de tramo estabilizado	28.91
Pa- 02	Fin de tramo estabilizado	29.82
Pa- 03	Inicio de tramo estabilizado	29.32
Pa- 04	Fin de tramo estabilizado	29.12
Pa- 05	Inicio de tramo estabilizado	28.93
Pa- 06	Fin de tramo estabilizado	30.33

## RESULTADOS DE ANALISIS DE AIRE

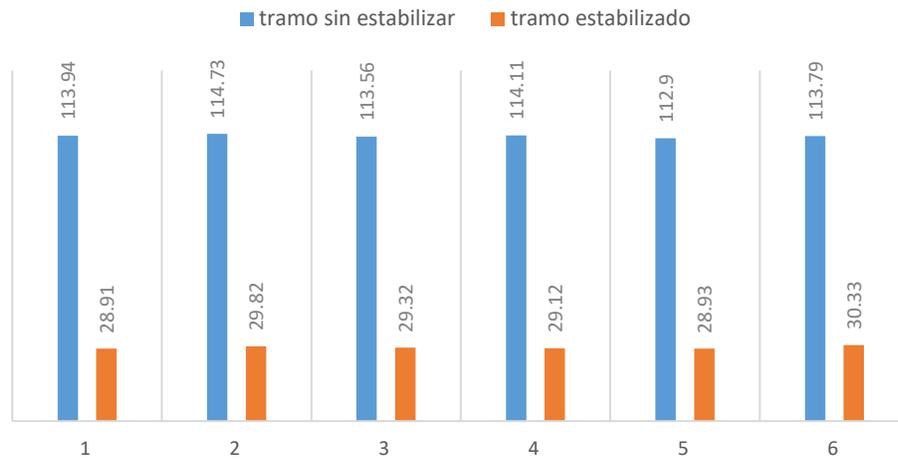


Figura 18. Comparación de resultados de análisis de aire.

En la figura 18 se puede evidenciar que el tramo sin estabilizar supera los estándares de calidad de aire, en tanto el tramo estabilizado estas dentro de los estándares de calidad de aire para material particulado permitido en el DS N° 003-2017-MINAM.

## V. DISCUSIÓN

–En esta investigación los resultados difieren de los resultados encontrados por la investigadora Pumaricra (2019). Según su estudio, el suelo presentó clasificaciones AASHTO de A-2-4 y A-1-b, y mediante el método SUCS se determinó como un suelo GC-GM. Al agregar  $MgCl_2$  en porcentajes de 0%, 2%, 4% y 6%, se observó un aumento en la máxima densidad seca. La muestra sin aditivo tuvo un valor de 2.17240 g/cm<sup>3</sup>, mientras que con un 6% de  $MgCl_2$  se obtuvo un valor de 2.2630 g/cm<sup>3</sup>. Sin embargo, al agregar un 6% del aditivo, el valor del CBR disminuyó del 39.2% al 11.06%. Estos resultados indicaron que el uso de  $MgCl_2$  no es favorable para este tipo de suelo ya que se encontró que el  $MgCl_2$  no mejora las propiedades físico-mecánicas del material estudiado. Sin embargo, con respecto a la presente investigación los resultados contrastan, donde teniendo en cuenta la clasificación de suelos según el IP que indica el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), la presente investigación tiene un IP promedio de las dos calicatas de 7.62 de las muestras patrón lo que significa que el resultado corresponde a las características de un suelo arcilloso con plasticidad media, así mismo se halló que el tipo de suelo según el SUCS es arena arcillosa con grava, según AASHTO el tipo de suelo que se encontraron fueron A-2-4. Así mismo se observó que para la calicata 1 con la adición del 3% de  $MgCl_2$ , se produce una reducción del índice plástico a 7.01% con respecto a la muestra patrón que es de 7.21%, con el 6.00% de  $MgCl_2$ , se registra una disminución del índice plástico de 7.21% a 7.1%, así mismo, al agregar un 9.00% de  $MgCl_2$  se logra un incremento de 7.21 a 7.25% y con la adición de 12% se produce una reducción de 7.21% a 6.88. En tanto para la calicata 2 se observó que con la adición del 3% de  $MgCl_2$ , se produce una reducción del índice plástico a 7.21% con respecto a la muestra patrón que es de 8.02%, con el 6.00% de  $MgCl_2$ , se registra una disminución del índice plástico de 8.02% a 7.08%, así mismo, al agregar un 9.00% de  $MgCl_2$  se logra una reducción de 8.02 a 6.90% y con la adición de 12% se produce una reducción de 8.02% a 6.97. Por lo tanto, en este estudio por ser un suelo arena arcillosa con grava, si se encontró una mejora en

la subrasante con la adición del 9.00% de cloruro de magnesio en el suelo para ambas muestras de la calicata 1 y 2.

–Considerando los resultados obtenidos en la investigación de López Bejarano Francisco (2019), en su investigación se consideró los ensayos de Límites de Atterberg en el cual el índice de plasticidad presenta cambios significativos al incorporarse cloruro de magnesio en la muestra patrón, al 3%, 7% y 9%, la incorporación de este aditivo produce un aumento y una reducción en los valores de IP al incorporarse cloruro de magnesio, por lo tanto, la presente investigación tuvo relación con el mencionado autor ya que los resultados que se obtuvieron en el Índice plástico al incorporar cloruro a la muestra patrón, al 3%, 6%, 9% y 12% aumenta y disminuye como mencionó el autor en su investigación. De manera similar, se observó que, al añadir cloruro de magnesio, la densidad seca del suelo aumentaba, mientras que el contenido de humedad disminuía. Esto sugiere que al añadir cloruro de magnesio mejora la compactación de la superficie de la vía no pavimentada. Además, se encontró que el valor del CBR aumentaba al incorporar cloruro de magnesio, lo que indica que la aplicación de este aditivo incrementa la capacidad de resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de la vía no pavimentada. Por lo tanto, estos resultados coinciden con el antecedente de investigación, afirmando que la aplicación de cloruro de magnesio presentó cambios significativos en la superficie de una vía no pavimentada.

–Erick Chávez (2019), mencionó que al añadir cloruro de magnesio del 5% hasta el 20% a un tipo de suelo arena limoso (SM), se tomó el valor de 95% de la máxima densidad seca y se obtuvo un CBR desde 37.11% hasta 81.43% respectivamente a los porcentajes utilizados. Mientras tanto, en la presente investigación se tuvo un suelo areno arcillosa con grava, por lo tanto, al añadir cloruro de magnesio del 3% hasta el 12% considerando el valor del 95% de la máxima densidad seca se obtuvo un CBR desde 10.2 hasta el 9% de 16.4, mientras que, al adicionar cloruro de magnesio al 12% el cbr empezó a disminuir. En comparación con el investigador, los resultados no guardan relación dependiendo al tipo de suelos, ya que el cloruro de

magnesio no presenta los mismos cambios físicos – mecánicos en los diferentes tipos de suelos.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de Mamani G. Jherson y Ramírez R. Mario; se constató que, a través de intervenciones físicas, se logró reducir con éxito el porcentaje del límite líquido y plástico. Además, mediante acciones mecánicas, se consiguió aumentar la densidad máxima seca, el módulo de resiliencia y el porcentaje del CBR del suelo. También se logró incrementar el pH del suelo mediante intervenciones químicas. Así mismo, se sostiene que el Ph de un suelo aumenta al añadirse un estabilizante lo que genera reacciones químicas y presenta mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Por lo tanto, el valor obtenido de Ph al 9% de 8.85 se encuentra en una escala moderada.
- Después del análisis llevado a cabo por Rua y Ramos (2021), se concluyó que el índice de concentración de partículas PM10 supera los límites establecidos para mantener una buena calidad del aire. En los primeros nueve puntos de monitoreo, se registraron valores superiores al límite de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido por el ECA para el material particulado. En su estudio, se determinó que el índice de concentración de PM10 excede los estándares de calidad del aire establecidos para las partículas suspendidas en el ambiente. Mientras tanto, en este trabajo de investigación la calidad de aire Pm10 de la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo inicialmente no fue buena, ya que poseía una escala insalubre lo cual no se encontraba dentro del rango máximo de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  según los parámetros permitidos en el DS N° 003-2017-MINAM, lo cual concuerda con Rua y Ramos (2021), donde se obtuvieron valores de rango de 101 a 150. Sin embargo, al adicionar cloruro de magnesio para estabilizar el suelo, los valores obtenidos se encontraron dentro del rango permitido de 50 a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido por DS N° 003-2017-MINAM y por ende la calidad del aire es aceptable.
- Los resultados obtenidos de los diversos ensayos llevados a cabo en los suelos del Centro Poblado Menor El Milagro por el investigador Valera Barboza (2021) respaldó

la hipótesis formulada al inicio de su investigación, demostrando que la utilización de cloruro de magnesio en las carreteras sin pavimentar es viable y rentable. Así mismo, tuvo un impacto positivo en las propiedades mecánicas del suelo, mejorando el CBR según los promedios obtenidos de las 5 excavaciones que se realizaron en la Avenida El Milagro. Además, redujo las emisiones de polvo creando una capa impermeabilizante, aumentando así la calidad y resistencia de las vías sin pavimentar. Por lo que su hipótesis guardó relación con la presente investigación, donde se demostró que el  $MgCl_2$  es favorable en las propiedades químicas, mecánicas y físicas del suelo permitió mejorar la subrasante del suelo y reducir la mitigación del polvo.

## VI. CONCLUSIONES

- Se realizaron dos calicatas a lo largo del tramo de investigación para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Según el SUCS, se determinó que el tipo de suelo era arena arcillosa con grava. De acuerdo con la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), se clasificó el suelo encontrado en las calicatas C-01 y C-02 como A-2-4. Los resultados mostraron que el Índice Plástico fue de 7.21% para la calicata C-1 y 8.02% para la calicata C-2. La Máxima Densidad Seca al 95% fue de 2.036 gr/cm<sup>3</sup> para la calicata C-1 y 2.030 gr/cm<sup>3</sup> para la calicata C-2. Por último, el OCH fue de 9.43% para la calicata C-1 y 9.64% para la calicata C-2.
- Se determinó que el cloruro de magnesio influye positivamente en la estabilización de caminos no pavimentados de la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo. Como resultados principales en la muestra patrón se obtuvo: Humedad Optima de 9.43% (C-1) y 9.64% (C-2), en cuanto a su Máxima Densidad Seca al 95% se obtuvo 2.036gr/cm<sup>3</sup> para la calicata C-1 y 2.030gr/cm<sup>3</sup> para la calicata C-2. Con los resultados obtenidos al añadir porcentajes de cloruro de magnesio a la muestra patrón, se determinó para ambas calicatas que añadiéndole 9% MgCl<sub>2</sub> resulta en favor de la Humedad Optima disminuyendo a 8.88% para la C-1 y 8.67% para la C-2, además de una Densidad Seca al 95% aumentando a 2.092 para la C-1 y 2.076 para la C-2, se obtuvo un CBR al 95% aumentando a un 16.40% para la c-1 y 17.20 para la C-2 con el 9% de MgCl<sub>2</sub>.
- Se observó que químicamente se logró incrementar el pH del suelo en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12%, es decir estos porcentajes mejoran todas las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, de tal manera que, a medida que aumenta la cantidad de material estabilizante, el suelo experimenta un aumento en su nivel de alcalinidad. Por consiguiente, se concluye que, al incrementar la alcalinidad del suelo, el porcentaje de Cbr aumenta hasta el 9% de la incorporación de Mgcl<sub>2</sub>, mientras que al resultado del pH al 12% de Mgcl<sub>2</sub> el Cbr disminuye.

– Según los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental de la calidad del aire dentro de los 500 metros ubicados en la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo – Trujillo, se determinaron que las concentraciones de Material Particulado respirable ( PM10) en los 80 m de la zona no estabilizada estaría no cumpliendo con los requisitos establecido por el DS N° 003-2017-MINAM, sin embargo las concentraciones de Material Particulado respirable ( PM10) en los 10m de la zona estabilizada con cloruro de magnesio se encuentran dentro de los límites establecidos por el DS N° 003-2017-MINAM, que son las disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Aire. Por lo tanto, se cumple con los requisitos establecidos por dicha normativa.

## VII. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable realizar ensayos de mecánica de suelos previos al inicio del proceso de estabilización o tratamiento superficial, con el propósito de confirmar que la cantidad establecida de cloruro de magnesio sea adecuada.
- Se aconseja a los futuros investigadores que, con el objetivo de determinar las características físicas, en esta fase se realice una inspección visual para detectar posibles hundimientos, deslizamientos, entre otros. Se recomienda emplear el Capítulo 5 del Manual Para El Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen De Tránsito como una guía exploratoria. Posteriormente, se podrá realizar un estudio más completo de las propiedades mecánicas de la capa inferior.
- Es importante tomar precauciones para no exceder ni quedarse corto en las dosis seleccionadas de cloruro de magnesio, ya que tanto el exceso como la falta podrían afectar negativamente las características del suelo.
- Se recomienda el uso de cloruro de magnesio en áreas con poca lluvia, ya que el exceso de agua en la superficie puede afectar la estabilidad de la capa de afirmado.
- Se aconseja a las autoridades del distrito de Laredo - Trujillo que tomen medidas urgentes para llevar a cabo la pavimentación de todas las áreas, con el objetivo de controlar la generación y dispersión del polvo, y así reducir los efectos adversos que esto ocasiona en la salud de la población.

## REFERENCIAS

Abubaker, et al. 2021. A study on soil stabilization for some tropical soils. s.l. : Materials Today: Proceedings, 2021. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.260>

Araujo Fernández, Cynthia Paola y Vera Torres, Walter Jesús. 2017. Evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado (Ocoña-Piucá / Camaná-Arequipa). Lima : s.n., 2017. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12727/3236>

Banco Mundial. [En línea] Abril de 2014. Disponible en:

<https://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/14/transport-results-profile>

Behak. 2017. Soil Stabilization with Rice Husk Ash. 2017, Technology and Production. Disponible en:

<https://doi.org/10.5772/66311>

Chavez, Erick. 2019. 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-Talar- Piura, 2018. Trujillo : s.n., 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/5060>

Dharmendra, Barman y Sujit Kumar, Dash. 2022. Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review. 2022, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol. 14. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2022.02.011>

DIRECTIVA 2008/50/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. 2008. Relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Disponible en:

<https://www.boe.es/doue/2008/152/L00001-00044.pdf>

Escobar Perea, Yatniel, et al. 2021. Propiedades físicas del suelo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. 2, Cuba : Centro Agrícola, 2021, Vol. 48. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v48n2/0253-5785-cag-48-02-74.pdf>

G Arias, Fidias. 2016. El proyecto de investigación introducción a la metodología científica. Caracas : s.n., 2016. Vol. 7. Disponible en:

<https://books.google.es/books?id=W5n0BgAAQBAJ&lpg=PA11&ots=kYqMarvuo7&dq=el%20proyecto%20de%20investigacion%20introduccion%20a%20la%20metodologia%20cientifica%20%20fidias&lr&hl=es&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>

Gavilanes, Erick. 2015. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Quito : s.n., 2015. Disponible en:

<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>

Guamán Iler, Israel Isaías y Moreira Cedeño, Fricson Lutgardo. 2016. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). Ambato : s.n., 2016. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24608>

Guillen, Wilber y Riveros, Jesus. 2021. Efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado en la estabilización de la capa de rodadura en la carretera vecinal Santa Rosa-Santiago-Ancobamba, distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes – 2019. Abancay : s.n., 2021. Disponible en:

<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/283>

Hasmida, et al. 2017. Resistencia y características morfológicas de suelo orgánico estabilizado con cloruro de magnesio. 4, Londres : s.n., 2017, Revista trimestral de ingeniería, geología e hidrogeología, Vol. 50. —. Wan, Hasmida y Wan, Hassan. 2017. Disponible en:

<https://doi.org/10.1144/qjegh2016-124>

Heitzer. 2017. Efectos de mezclas de cloruros en la humedad caminos no pavimentados. Valparaiso : s.n., 2017. Disponible en:

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

Ifediniru y Ekeocha. 2022. Performance of cement-stabilized weak subgrade for highway embankment construction in Southeast Nigeria. Nigeria : Geo-Engineering, 2022, Vol. 13. Disponible en:

<https://doi.org/10.1186/s40703-021-00166-z>

Intecon.inc. 2023. Intecon.inc. [En línea] 2023. Disponible en:

<http://www.inteconinc.com/latam/index.php/productos/19-muestreadores-ambientales/127-pq-200>

J. Sanchez, Maream, Fernandez, Mariela y C. Diaz, Juan. 2021. Técnicas e instrumentos de recolección de información: analisis procesamiento realizado por el investigador cualitativo. 1, Quito : s.n., Enero de 2021, Revista Científica Uisrael, Vol. 8. Disponible en:

<https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400>

Latifi , Nima, et al. 2015. Time-dependent physicochemical characteristics of Malaysian residual soil stabilized with magnesium chloride solution. 58, 2015, Arabian Journal of Geosciences, Vol. 9. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s12517-015-2100-4>

López Bejarano, Francisco. 2019. Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, Ancash. Lima : s.n., 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/53242>

Lozada, Jose. 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. 1, Quito : CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014, Vol. 3. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Mainak y Srinivasan. 2021. Utilization of the Lime as Subgrade Stabilizer in the Pavement Construction. s.l. : International Journal of Geo-Engineering, 2021. Disponible en:

<https://doi.org/10.1186/s40703-021-00166-z>

Mamani García, Jherson y Montesinos Cervantes, José Alberto. 2019. Análisis y evaluación de la estabilización de suelos arcillosos en la Apv Pícol Orcompujio mediante la adición de cal al 10% y puzolana volcánica de la cantera de Raqchi al 15, 25 y 30% para sub rasante de vías pavimentadas según el manual de carreteras s. Cusco. Cusco : s.n., 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12557/3549>

Maryam, Naeimi y Chu, Jian. 2017. Comparación de métodos convencionales y biotratados como supresores de polvo. Singapur : s.n., 2017. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-9889-1>

Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. MTC. 2014. Perú : s.n., 2014. 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)

Ministerio del Ambiente - MINAM. 2017. Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM .- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire. 2017. Disponible en:

<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/>

Mohammad Ali Akbarzadeh a, Isa Khaheshi , et al. 2018. The association between exposure to air pollutants including PM10, PM2.5, ozone, carbon monoxide, sulfur dioxide, and nitrogen dioxide concentration and the relative risk of developing STEMI: A case-crossover design. Febrero de 2018, Environmental Research, Vol. 161. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.020>

Moreno-Maroto, José Manuel, Alonso-Azcárate, Jacinto y C. O'Kelly, Brendan. 2021. Review and critical examination of fine-grained soil classification systems based on plasticity. 2021, Applied Clay Science, Vol. 200. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105955>

Mosteiro García, Maria Josefa y Porto Castro, Ana Maria. 2017. La investigación en educación. s.l. : UESC, 2017. Disponible en:

<https://books.scielo.org/id/yjxdq/pdf/mororo-9788574554938-01.pdf>

Muhammad, Nurmunira y Siddiqua, Sumi. 2017. Investigation of the strength development using magnesium alkalization for subgrade. 2017, 6th International Conference on Engineering Mechanics and Materials. Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

[85050291619&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050291619&origin=resultslist&sort=plf-)

[f&src=s&sid=fc06329c5d7bd4fa6d007586c4883a88&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubja](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050291619&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=fc06329c5d7bd4fa6d007586c4883a88&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubja)

[bbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2Ct&s=TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050291619&origin=resultslist&sort=plf-bbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2Ct&s=TITLE-ABS-)

[KEY%28soil+stabilization+with+magnesium+chloride%29&sl=57&sessionSearchId=f](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050291619&origin=resultslist&sort=plf-KEY%28soil+stabilization+with+magnesium+chloride%29&sl=57&sessionSearchId=f)

[c06329c5d7bd4fa6d007586c4883a88](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050291619&origin=resultslist&sort=plf-c06329c5d7bd4fa6d007586c4883a88)

Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2020. E-050 Suelos y Cimentación. Lima : s.n., 2020. Disponible en:

<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Ñaupas Paitan, Humberto , et al. 2018. Metodología de la investigación, cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogota : Ediciones de la U, 2018, pág. 560. Disponible en:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)

Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población

a Estudio. 1, Chile : s.n., 2017, Vol. 35. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

PERU CÁMARAS. 2020. Peru Cámaras. [En línea] 11 de 11 de 2020. [Citado el: 18 de 11 de 2022.] Disponible en:

<https://www.perucamaras.org.pe/nt511.html>

Pumaricra Quispe. 2019. Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico-mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas. Chachapoyas : s.n., 2019. Disponible en:

<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1660/Pumaricra%20Quispe%20Dulce%20Perla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puppala, Anand y Pedarla , Aravind . 2017. Innovative ground improvement techniques for expansive soils 19 de Junio de 2017, Innovative Infrastructure Solutions. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-017-0079-2>

Puppala, Anand Jagadeesh. 2016. Advances in ground modification with chemical additives: From theory to practice. Diciembre de 2016, Transportation Geotechnics, Vol. 9. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2016.08.004>

Priyanka, Mishra, Shalinee, Shukla y Ayush, Mittal. 2022. Stabilization of subgrade with expansive soil using agricultural and industrial By-products: A review,. s.l. : Materials Today: Proceedings, 2022, Vol. 65. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.397>

Ramirez Hernández, Omar Javier. 2019. Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en Bogotá, Colombia. Bogota : s.n., 2019. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=267313>

Rincón, Gustavo . 2020. Tratamientos químicos y estabilización de vías no pavimentadas. 2020. Disponible en:

<https://construyendomejoresproyectos.blogspot.com/2020/06/tratamientos-quimicos->

[y-estabilizacion.html](#)

Roque Quispe, Willy Hernan. 2018. Evaluación de la concentración del polvo que impacta en la salud de los trabajadores de la Empresa Minera CIEMSA, Unidad Tacaza. Puno, Unibersidad Nacional del Altiplano Puno. Puno : s.n., 2018. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8220>

Rua Espinoza, Katy Mary y Ramos Ccencho , Naysha Lizbeth. 2021. Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021. Lima : s.n., 2021. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/72729>

Saavedra Cuevas, Ximena. Aplicación de la Bischofita a Caminos Costeros. Memoria presentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta, 2006.

Sonapo, Pacheco y Yerly, Medaly. 2019. Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas. Chiclayo : s.n., 2019. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36093>

Soriano Soto, Maria Desamparados. 2018. pH del suelo. Valencia : s.n., 2018, Universidad Politecnica de Valencia. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/10251/102382>

Sucasaire Pilco, Jorge. 2022. Orientaciones para la selección y el cálculo del tamaño de la muestra en investigación. LIMA : s.n., 2022. Disponible en:

[http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3096/1/Orientaciones\\_para\\_seleccion\\_y\\_calculo\\_del\\_tama%C3%B1o\\_de\\_muestra\\_de\\_investigacion.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3096/1/Orientaciones_para_seleccion_y_calculo_del_tama%C3%B1o_de_muestra_de_investigacion.pdf)

Ulate Castillo, Alonso y Vargas Sobrado, Catalina. 2018. Control de polvo en caminos no pavimentados. Costa Rica : s.n., 2018. Disponible en:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1049/Bolet%C3%ADn%2006->

[2018%20Control%20de%20polvo%20en%20caminos%20no%20pavimentados.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/09/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Universidad Cesar Vallejo. 2017. Universidad Cesar Vallejo. [En línea] 23 de 05 de 2017. Disponible en:

<https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/09/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-1.pdf>

Valera Barbosa, Brian. 2021. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas para la estabilización de la Av. El Milagro intersección con Ca. Banquero Rossi hasta Ca. Ciro Alegría del CPM El Milagro 2021. Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2021. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/11537/29194>

Xuanxuan, Chu, Andrew, Dawson y Nick, Thom. 2021. Prediction of resilient modulus with consistency index for fine-grained soils. s.l. : Transportation Geotechnics, 2021, Vol. 31. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100650>

Ya-Song, et al. 2022. Reuse of a contaminated soil stabilized by a low-carbon binder as roadway subgrade material and mechanical performance evaluation. s.l. : Engineering Geology, 2022, Vol. 303. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106656>

## ANEXOS

Tabla 22: *Matriz de variable.*

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>CLORURO DE MAGNESIO</b>	Es una sal soluble (se convierte en líquido), por lo que tiene afinidad química por el agua y, cuando se expone a la atmósfera, puede absorber cantidades relativamente grandes de agua para formar una solución líquida (Valera Barbosa, 2021).	En las muestras extraídas se añadirá los porcentajes de dosificaciones correspondientes para lograr aumentar de capacidad de resistencia del suelo y analizar la estabilidad de la capa de rodadura del camino.	ADICION DE CLORURO DE MAGNESIO	3%	<b>RAZON</b>
				6%	
				9%	
				12%	
<b>ESTABILIZACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA</b>	Es el desarrollo de las propiedades físicas del suelo a través de una combinación de procesos mecánicos y productos químicos naturales o sintéticos (Manual de ensayos de materiales, 2016).	Se identifica y evalúa la CALLE VENEZUELA EN EL CP LA MERCED ETAPA III SECTOR B DEL DISTRITO DE LAREDO – TRUJILLO	PROPIEDADES FISICAS	GRANULOMETRIA	<b>RAZON</b>
				CONTENIDO DE HUMEDAD	
			PROPIEDADES MECANICAS	LIMITES DE CONSISTENCIA	
				PROCTOR	
	CBR				
			PROPIEDADES FISICAS	PH	
<b>MITIGACIÓN DE POLVO</b>	Para el investigador Roque Willy (2018) define el polvo como dispersión de partículas sólidas en el ambiente generado por desplazamiento de equipos.	Medidor de caudal PQ 200, Dispositivo de recolección de partículas PM10 en el entorno, altamente adecuado para evaluar la calidad del aire, monitorear zonas contaminadas, realizar mediciones perimetrales y respaldar proyectos de mitigación ambiental.	MATERIAL PARTICULADO PM10	PM 10	<b>RAZON</b>

Tabla 23: Matriz de operacionalización.

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MUESTRA	TIPO DE INVESTIGACIÓN	
<b>ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y MITIGACIÓN DE POLVO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS INCORPORANDO CLORURO DE MAGNESIO EN LAREDO, TRUJILLO</b>	<b>P. GENERAL</b>	<b>O. GENERAL</b>	<b>Como hipótesis general se plantea que la incorporación de cloruro de magnesio incide de manera directa en la estabilización los suelos y reduce la generación de polvo en los caminos no pavimentados.</b>	<b>CLORURO DE MAGNESIO</b>	ADICION DE CLORURO DE MAGNESIO	3 %	La muestra estuvo conformada por los 500 metros de vía no pavimentada en la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo - Trujillo en el cual se realizó 2 calicatas de suelo de los cuales a cada calicata se le realizó 16 ensayos a la muestra sin alterar, 10 ensayos a la muestra con 3%, 6%, 9% y 12% de Mgcl2 finalmente obteniendo un total de 56 ensayos de laboratorio por calicatas. Así mismo se realizó 2 ensayos de monitoreo ambiental de partículas pm10, que consistió primeramente en un monitoreo ambiental al suelo sin estabilizar en un tramo de 80 metros y el segundo a un tramo de 10 metros del suelo estabilizado con Mgcl2.	<b>EXPERIMENTAL</b>	
	¿Cuál es el efecto del cloruro de magnesio en la estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en el sector La Merced - Laredo, Trujillo?	Determinar la estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en el distrito de Laredo, Trujillo				6%			
	<b>P. ESPECIFICOS</b>	<b>O. ESPECIFICOS</b>		<b>ESTABILIZACION DE LA CAPA DE RODADURA</b>	PROPIEDADES FISICAS	GRANULOMETRÍA			
	¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo de tramo en estudio?	Determinar las características físicas y mecánicas del suelo del tramo en estudio.				CONTENIDO DE HUMEDAD			
	¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%.		LIMITES DE CONSISTENCIA					
	¿Cuál es el nivel de variación de Ph del tramo en estudio añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%?	Determinar la variación del Ph del tramo en estudio añadiendo cloruro de magnesio al 3%, 6%, 9% y 12%.		PROPIEDADES MECANICAS	PROCTOR	PM 10			En este proyecto de investigación, se consideró como población a los 500 metros de longitud localizado en la calle Venezuela en el CP la Merced etapa III Sector B del distrito de Laredo - Trujillo.
	¿Cuál es el nivel de mitigación del polvo de la superficie incorporando cloruro de magnesio hexahidratado?	Determinar el nivel de mitigación de polvo de la superficie incorporando cloruro de magnesio hexahidratado.		PROPIEDADES QUIMICAS	CBR				
			MITIGACION DE POLVO	MATERIAL PARTICULADO PM10					

## Contrastación de la hipótesis mediante análisis estadístico

Se realiza el análisis de la varianza (ANOVA) el cual nos permite contrastar hipótesis nula ( $H_0$ ).

ANOVA

	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G L	Media Cuadrática	F	Valor crítico para F
Calicata 1	Entre grupos	40.5	3	13.5	4050	0.999342
	Dentro de los grupos	0.02666667	8	0.0033		
	Total	40.52666667	11	4		

Método de Tukey

	Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
Calicata 1	$\mu_A - \mu_B$	1.90	significativa
	$\mu_A - \mu_C$	5.10	significativa
	$\mu_A - \mu_D$	2.87	significativa
	$\mu_B - \mu_C$	3.20	significativa
	$\mu_B - \mu_D$	0.97	significativa
	$\mu_C - \mu_D$	2.23	significativa

Se debe rechazar la hipótesis nula. Existen diferencias entre los porcentajes de cloruro de magnesio lo que indica que tienen un impacto significativo en el Cbr.

ANOVA

	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G L	Media Cuadrática	F	Valor crítico para F
Calicata 2	Entre grupos	39.12666667	3	13.042	1304.2	0.9979595
	Dentro de los grupos	0.08	8	0.01		
	Total	39.20666667	11	3.5642		

Método de Tukey

	<b>Diferencia poblacional</b>	<b>Diferencia muestral</b>	<b>Desición</b>
Calicata 2	$\mu_A - \mu_B$	1.77	significativa
	$\mu_A - \mu_C$	4.83	significativa
	$\mu_A - \mu_D$	4.83	significativa
	$\mu_B - \mu_C$	3.07	significativa
	$\mu_B - \mu_D$	0.77	significativa
	$\mu_C - \mu_D$	3.83	significativa

Se debe rechazar la hipótesis nula. Existen diferencias entre los porcentajes de cloruro de magnesio lo que indica que tienen un impacto significativo en el Cbr.



**"Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"**

**FICHA DE VALIDACION DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO:** Analisis granulometrico, peso unitario, limite liquido y plastico.

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y nombres del experto:** NESTAREZ ORTIZ FELIX JONATHAN

**DNI:** 43560355

**Telef. Celular:** 941615149

**Profesion:** Ingeniero Civil

**Institucion donde labora:** Construcción y administración S.A

**Instrumentos de evaluacion:** Resultados de ensayos realizados según la norma ASTM-D422, ASTM-D4318,ASTM-D4318, NTP 339-129, NTP 339.134,ASTM-D1883.

**Objetivo del instrumento:** Determinar la granulometria, peso unitario, liquite liquido y plástico.

**Autores de los instrumentos:** Ildefonso Miranda Kevin Jhover/Rodríguez Mendoza Sthefany Katherine

I. VALIDACION DEL INSTRUMENTO						
Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje apropiado.					X
Objetividad	Expresa una conducta observable.					X
Consistencia	Tiene base cientifica.					X
Coherencia	Existe relacion entre las dimensiones e indicadores.					X
Suficiencia	Comprende aspectos de cantidad y calidad.				X	
Metodologia	La estrategia responde al proposito del diagnostico.					X
Organización	Existe estructura logica.				X	
Actualizacion	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnologia.					X
Intencionalidad	Valora la evaluacion y desarrollo de capacidades cognoscitivos.				X	
Pertinencia	La redaccion de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento				X	
Promedio de la valoracion		46				

**Nota:** Tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje minimo de 41, sin embargo, por debajo de esta se considera un instrumento no valido ni aplicable.

**Opinion de Aplicabilidad:** .....**VALIDO**.....



**FELIX JONATHAN NESTAREZ ORTIZ**  
ING. ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP 105488

**"Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"**

**FICHA DE VALIDACION DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO:** Propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo patrón y del suelo incorporando cloruro de magnesio.

**I. DATOS GENERALES**

**Apellidos y nombres del experto:** JAVE CABEZA CHRISTIAN RAUL

**DNI:** 70009700

**Telef. Celular:** 948422697

**Profesion:** Ingeniero Civil

**Institucion donde labora:** Municipalidad de Marcabal - Consorcio L&M Supervisión de Obra

**Instrumentos de evaluacion:** Resultados de ensayos realizados según las normas: ASTM D4972, ASTM-D422, ASTM-D4318,ASTM-D4318, NTP 339-129, NTP 339.134,ASTM-D1883.

**Objetivo del instrumento:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón y modificado con cloruro de magnesio.

**Autores de los instrumentos:** Ildefonso Miranda Kevin Jhover/Rodríguez Mendoza Sthefany Katherine

I. VALIDACION DEL INSTRUMENTO						
Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje apropiado.					X
Objetividad	Expresa una conducta observable.					X
Consistencia	Tiene base científica.					X
Coherencia	Existe relacion entre las dimensiones e indicadores.					X
Suficiencia	Comprende aspectos de cantidad y calidad.				X	
Metodologia	La estrategia responde al proposito del diagnostico.					X
Organización	Existe estructura logica.				X	
Actualizacion	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnologia.				X	
Intencionalidad	Valora la evaluacion y desarrollo de capacidades cognoscitivos.				X	
Pertinencia	La redaccion de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
Promedio de la valoracion		45				

**Nota:** Tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje minimo de 41, sin embargo, por debajo de esta se considera un instrumento no valido ni aplicable.

**Opinion de Aplicabilidad:** .....VALIDO.....



**CHRISTIAN RAUL JAVE CABEZA**  
ING. CIVIL, ESPECIALISTA EN CALIDAD  
CIP 261977

## Certificados de Calibración



**ORION LABORATORIOS E.I.R.L.**

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

Nº 016-23 ADC

SOLICITANTE : INGEOCAL E.I.R.L.  
DIRECCIÓN : Mza. A2-LOTE 28 URB. COVICORTI - TRUJILLO

TITULO : Calibración de Anillo de Carga  
de Prensa CBR

Marca : ORION

Modelo : -----

Serie : -----

Anillo : ORION

Serie : 0051

Capacidad : 5000 KG.

DIAL : ELE

Modelo : 88-4000

Serie : 060938556

FECHA : Huachipa, 24 de Enero de 2023

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
Luis Taboada Pulacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 016-23 ADC

**VERIFICACION****1.- GENERALIDADES**

A solicitud de INGEOCAL E.I.R.L. se procedió a verificar el comportamiento de un anillo de carga con Dial indicador de lectura. La Calibración se realizó en Trujillo el 24 de Enero de 2023.

**2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR****Anillo de Carga**

Capacidad : 5000 kg.  
Marca : ORION  
N/S : 0051

**Dial:**

Marca : ELE  
Modelo : 88-4000  
N/S : 060938556

**3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN**

**Dispositivo** : **Celda de Carga**  
Fabricante : AEP TRANSDUCER  
Tipo : C2S  
Serie N° : 205775  
Carga Nominal : 10 TN  
Modalidad : Compresión  
**Indicador** : **Digital AEP Transducer**  
Modelo : MP10.  
N° Serie : 6390-2013-10

Calibración realizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente: INF-LE 023-19 B

**4.- PROCEDIMIENTO**

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**5.- RESULTADOS**

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

En la Carta de Calibración se muestran en detalle los valores en libras por cada división del Dial de Carga.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TABLA N° 1

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA  
Cap. 5000 KG, N/S -----  
Dial ELE , Mod 88-4000

DIAL INDICADOR  DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACION ( Kg )			SERIE PROMEDIO Kg	Error Repetibilidad %
	SERIE ( 1 )	SERIE ( 2 )	SERIE ( 3 )		
100	493.3	437.5	433.9	454.90	7.32
200	838.0	830.2	829.0	832.40	0.59
300	1,253.4	1,248.3	1,243.8	1,248.50	0.38
400	1,675.9	1,669.1	1,664.6	1,669.87	0.34
500	2,090.0	2,085.1	2,084.0	2,086.37	0.15
600	2,515.5	2,510.5	2,501.3	2,509.10	0.29
700	2,944.5	2,940.8	2,945.0	2,943.43	0.08
800	3,370.1	3,365.7	3,365.0	3,366.93	0.08
900	3,789.6	3,790.0	3,794.0	3,791.20	0.06
1000	4,213.3	4,212.0	4,213.7	4,213.00	0.02

Coefficiente de correlación...  $R^2 = 0.9999$

Recta de ajuste:  $y = 4.2035x - 0.2674$

Donde:

X : lectura del dial ( divisiones )  
Y : fuerza promedio ( Kg )



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Ing. Luis Taboada Palacios*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

## CARTA DE CALIBRACIÓN

ANILLO DE CARGA : ORION  
 CAPACIDAD : 5000 KG.  
 SERIE : 0051  
 CON DIAL : ELE

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Luis Tabora Palacios*  
**Ing. Luis Tabora Palacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 56551

$$y = 4.2035x - 0.2674$$

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	4	9	13	17	21	25	30	34	38
10	42	47	51	55	59	63	68	72	76	80
20	84	89	93	97	101	105	110	114	118	122
30	126	131	135	139	143	147	152	156	160	164
40	168	173	177	181	185	189	194	198	202	206
50	210	215	219	223	227	231	236	240	244	248
60	252	257	261	265	269	273	278	282	286	290
70	295	299	303	307	311	316	320	324	328	332
80	337	341	345	349	353	358	362	366	370	374
90	379	383	387	391	395	400	404	408	412	416
100	421	425	429	433	437	442	446	450	454	458
110	463	467	471	475	479	484	488	492	496	500
120	505	509	513	517	522	526	530	534	538	543
130	547	551	555	559	564	568	572	576	580	585
140	589	593	597	601	606	610	614	618	622	627
150	631	635	639	643	648	652	656	660	664	669
160	673	677	681	685	690	694	698	702	706	711
170	715	719	723	727	732	736	740	744	748	753
180	757	761	765	770	774	778	782	786	791	795
190	799	803	807	812	816	820	824	828	833	837
200	841	845	849	854	858	862	866	870	875	879
210	883	887	891	896	900	904	908	912	917	921
220	925	929	933	938	942	946	950	954	959	963
230	967	971	975	980	984	988	992	996	1001	1005
240	1009	1013	1018	1022	1026	1030	1034	1039	1043	1047
250	1051	1055	1060	1064	1068	1072	1076	1081	1085	1089
260	1093	1097	1102	1106	1110	1114	1118	1123	1127	1131
270	1135	1139	1144	1148	1152	1156	1160	1165	1169	1173
280	1177	1181	1186	1190	1194	1198	1202	1207	1211	1215
290	1219	1223	1228	1232	1236	1240	1245	1249	1253	1257
300	1261	1266	1270	1274	1278	1282	1287	1291	1295	1299
310	1303	1308	1312	1316	1320	1324	1329	1333	1337	1341
320	1345	1350	1354	1358	1362	1366	1371	1375	1379	1383
330	1387	1392	1396	1400	1404	1408	1413	1417	1421	1425
340	1429	1434	1438	1442	1446	1450	1455	1459	1463	1467
350	1471	1476	1480	1484	1488	1493	1497	1501	1505	1509
360	1514	1518	1522	1526	1530	1535	1539	1543	1547	1551
370	1556	1560	1564	1568	1572	1577	1581	1585	1589	1593
380	1598	1602	1606	1610	1614	1619	1623	1627	1631	1635
390	1640	1644	1648	1652	1656	1661	1665	1669	1673	1677
400	1682	1686	1690	1694	1698	1703	1707	1711	1715	1719
410	1724	1728	1732	1736	1741	1745	1749	1753	1757	1762
420	1766	1770	1774	1778	1783	1787	1791	1795	1799	1804
430	1808	1812	1816	1820	1825	1829	1833	1837	1841	1846
440	1850	1854	1858	1862	1867	1871	1875	1879	1883	1888

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
 laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Divis.	Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concretos y Asfaltos									
450	1892	1896	1900	1904	1909	1913	1917	1921	1925	1930
460	1934	1938	1942	1946	1951	1955	1959	1963	1968	1972
470	1976	1980	1984	1989	1993	1997	2001	2005	2010	2014
480	2018	2022	2026	2031	2035	2039	2043	2047	2052	2056
490	2060	2064	2068	2073	2077	2081	2085	2089	2094	2098
500	2102	2106	2110	2115	2119	2123	2127	2131	2136	2140
510	2144	2148	2152	2157	2161	2165	2169	2173	2178	2182
520	2186	2190	2194	2199	2203	2207	2211	2216	2220	2224
530	2228	2232	2237	2241	2245	2249	2253	2258	2262	2266
540	2270	2274	2279	2283	2287	2291	2295	2300	2304	2308
550	2312	2316	2321	2325	2329	2333	2337	2342	2346	2350
560	2354	2358	2363	2367	2371	2375	2379	2384	2388	2392
570	2396	2400	2405	2409	2413	2417	2421	2426	2430	2434
580	2438	2443	2447	2451	2455	2459	2464	2468	2472	2476
590	2480	2485	2489	2493	2497	2501	2506	2510	2514	2518
600	2522	2527	2531	2535	2539	2543	2548	2552	2556	2560
610	2564	2569	2573	2577	2581	2585	2590	2594	2598	2602
620	2606	2611	2615	2619	2623	2627	2632	2636	2640	2644
630	2648	2653	2657	2661	2665	2669	2674	2678	2682	2686
640	2691	2695	2699	2703	2707	2712	2716	2720	2724	2728
650	2733	2737	2741	2745	2749	2754	2758	2762	2766	2770
660	2775	2779	2783	2787	2791	2796	2800	2804	2808	2812
670	2817	2821	2825	2829	2833	2838	2842	2846	2850	2854
680	2859	2863	2867	2871	2875	2880	2884	2888	2892	2896
690	2901	2905	2909	2913	2917	2922	2926	2930	2934	2939
700	2943	2947	2951	2955	2960	2964	2968	2972	2976	2981
710	2985	2989	2993	2997	3002	3006	3010	3014	3018	3023
720	3027	3031	3035	3039	3044	3048	3052	3056	3060	3065
730	3069	3073	3077	3081	3086	3090	3094	3098	3102	3107
740	3111	3115	3119	3123	3128	3132	3136	3140	3144	3149
750	3153	3157	3161	3166	3170	3174	3178	3182	3187	3191
760	3195	3199	3203	3208	3212	3216	3220	3224	3229	3233
770	3237	3241	3245	3250	3254	3258	3262	3266	3271	3275
780	3279	3283	3287	3292	3296	3300	3304	3308	3313	3317
790	3321	3325	3329	3334	3338	3342	3346	3350	3355	3359
800	3363	3367	3371	3376	3380	3384	3388	3392	3397	3401
810	3405	3409	3414	3418	3422	3426	3430	3435	3439	3443
820	3447	3451	3456	3460	3464	3468	3472	3477	3481	3485
830	3489	3493	3498	3502	3506	3510	3514	3519	3523	3527
840	3531	3535	3540	3544	3548	3552	3556	3561	3565	3569
850	3573	3577	3582	3586	3590	3594	3598	3603	3607	3611
860	3615	3619	3624	3628	3632	3636	3640	3645	3649	3653
870	3657	3662	3666	3670	3674	3678	3683	3687	3691	3695
880	3699	3704	3708	3712	3716	3720	3725	3729	3733	3737
890	3741	3746	3750	3754	3758	3762	3767	3771	3775	3779
900	3783	3788	3792	3796	3800	3804	3809	3813	3817	3821
910	3825	3830	3834	3838	3842	3846	3851	3855	3859	3863
920	3867	3872	3876	3880	3884	3889	3893	3897	3901	3905
930	3910	3914	3918	3922	3926	3931	3935	3939	3943	3947
940	3952	3956	3960	3964	3968	3973	3977	3981	3985	3989
950	3994	3998	4002	4006	4010	4015	4019	4023	4027	4031
960	4036	4040	4044	4048	4052	4057	4061	4065	4069	4073
970	4078	4082	4086	4090	4094	4099	4103	4107	4111	4115
980	4120	4124	4128	4132	4137	4141	4145	4149	4153	4158
990	4162	4166	4170	4174	4179	4183	4187	4191	4195	4200
1000	4204	4208	4212	4216	4221	4225	4229	4233	4237	4242
1010	4246	4250	4254	4258	4263	4267	4271	4275	4279	4284
1020	4288	4292	4296	4300	4305	4309	4313	4317	4321	4326
1030	4330	4334	4338	4342	4347	4351	4355	4359	4364	4368
1040	4372	4376	4380	4385	4389	4393	4397	4401	4406	4410

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989  
 laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com



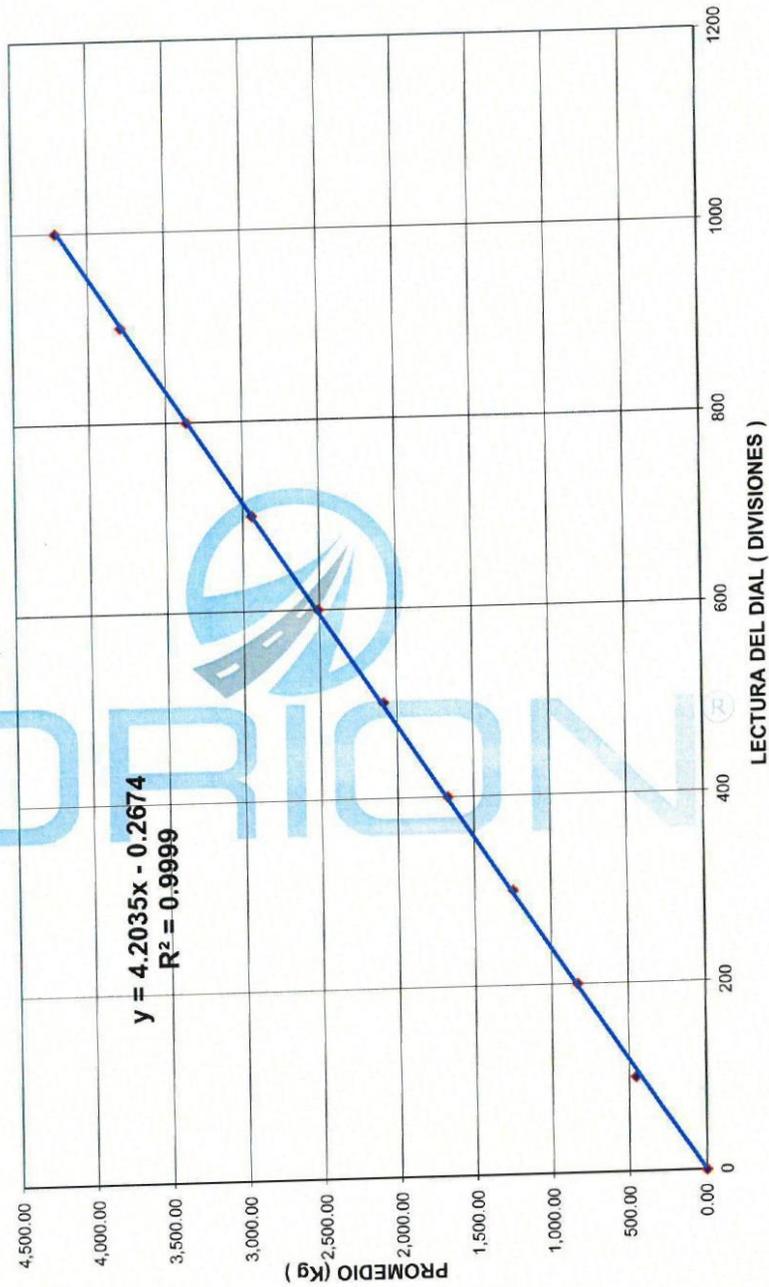
## ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Dvis.	Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto									
1050	4414	4418	4422	4427	4431	4435	4439	4443	4448	4452
1060	4456	4460	4464	4469	4473	4477	4481	4485	4490	4494
1070	4498	4502	4506	4511	4515	4519	4523	4527	4532	4536
1080	4540	4544	4548	4553	4557	4561	4565	4569	4574	4578
1090	4582	4586	4590	4595	4599	4603	4607	4612	4616	4620
1100	4624	4628	4633	4637	4641	4645	4649	4654	4658	4662
1110	4666	4670	4675	4679	4683	4687	4691	4696	4700	4704
1120	4708	4712	4717	4721	4725	4729	4733	4738	4742	4746
1130	4750	4754	4759	4763	4767	4771	4775	4780	4784	4788
1140	4792	4796	4801	4805	4809	4813	4817	4822	4826	4830
1150	4834	4838	4843	4847	4851	4855	4860	4864	4868	4872
1160	4876	4881	4885	4889	4893	4897	4902	4906	4910	4914
1170	4918	4923	4927	4931	4935	4939	4944	4948	4952	4956
1180	4960	4965	4969	4973	4977	4981	4986	4990	4994	4998



**GRAFICO N° 1**  
**CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA**  
**Cap. 5000 KG, N/S 0051**  
**Dial ELE , Mod 88-4000**

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Luís Tabareda Palacios*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 84551





## ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

### CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 021-23HL

### CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO

SOLICITANTE : INGEOCAL E.I.R.L.  
DIRECCIÓN : Mza. A2-LOTE 28 URB. COVICORTI - TRUJILLO

EQUIPO:

Marca : ORION

Procedencia : PERÚ

Cámara : 56 lt.

SERIE : -----

Tipo de Ventilación : Natural

Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

Realizado en : Trujillo

FECHA: Huachipa, 24 de Enero de 2023

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551

Página 1 de 7



## ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

### 1. CLIENTE INGEOCAL E.I.R.L.

Dirección : La Calibración se efectuó en Trujillo

### 2. EQUIPO : Horno de Laboratorio.

Marca : ORION.  
Capacidad : 56 Lts  
Serie : -----  
Modelo : -----  
Procedencia : Perú  
Tipo de Ventilación : Natural  
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

### 2.1 INDICADOR : PIROMETRO AUTONICS

Alcance : 0°C a 400°C  
División de escala : 0.1 °C

### 2.2 SENSOR : TERMOCUPLA TIPO "J"

Alcance : 0°C a 400°C  
División de escala : 0.1 °C

### 3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

### 4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S TO-001(\*)  
Informe de calibración de INACAL T-1864-2019

### 5. RESULTADOS

#### 5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.

- Temperatura : 24 °C
- Humedad Relativa : 88 %
- Presión Atmosférica : 985 hPa.

#### 5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación (usado).

#### 5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- El periodo de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Luis Taboada Pulacios*  
Ing. Luis Taboada Pulacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551

Página 2 de 7

I. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

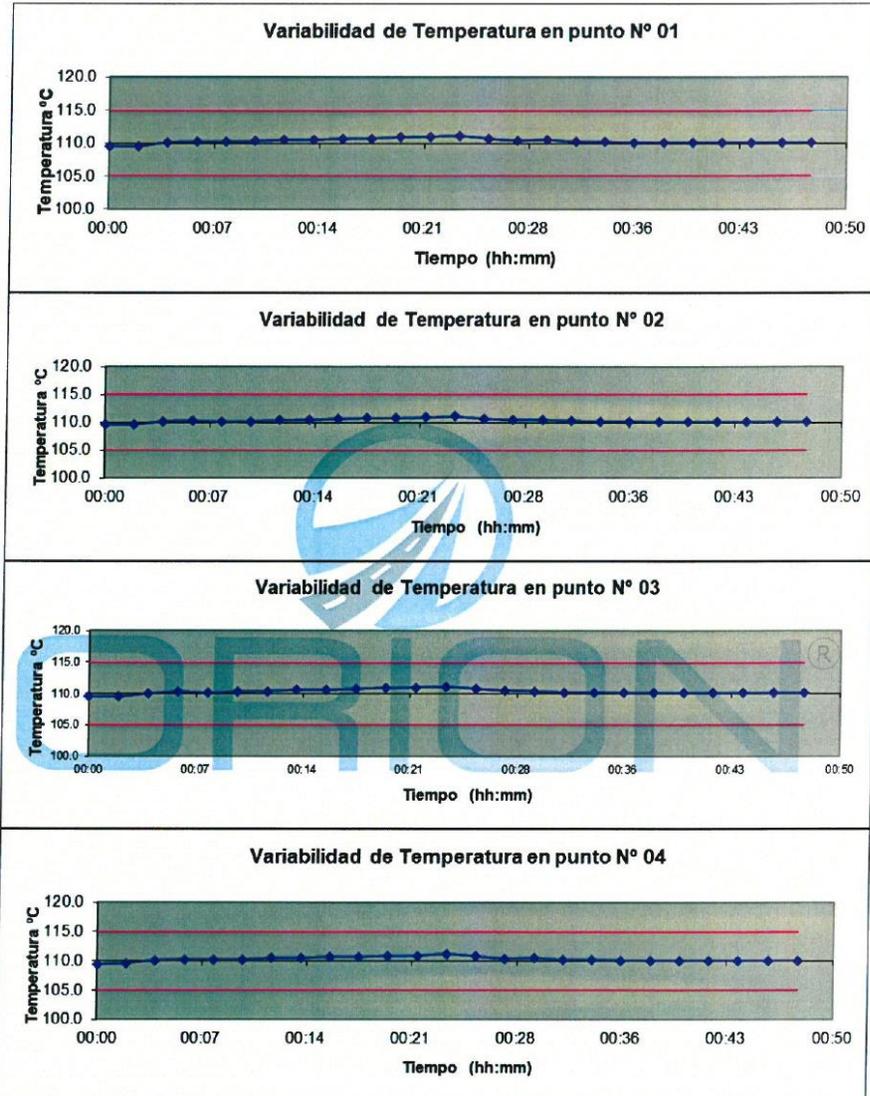
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00	110.0	109.5	109.5	109.5	109.4	109.5	109.5	109.4	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	0.1
00:02	110.0	109.5	109.6	109.5	109.6	109.5	109.5	109.5	109.6	109.5	109.5	109.5	109.5	0.1
00:04	110.0	110.1	110.2	110.0	110.1	110.0	110.1	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.2
00:06	110.0	110.2	110.3	110.3	110.2	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	0.1
00:08	110.0	110.2	110.1	110.1	110.2	110.1	110.2	110.1	110.2	110.2	110.1	110.2	110.2	0.1
00:10	110.0	110.3	110.2	110.3	110.2	110.3	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.1	110.2	0.1
00:12	110.0	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	110.5	0.1
00:14	110.0	110.5	110.5	110.6	110.5	110.5	110.6	110.6	110.5	110.6	110.5	110.5	110.5	0.1
00:16	110.0	110.7	110.7	110.6	110.7	110.6	110.7	110.6	110.7	110.6	110.7	110.7	110.7	0.1
00:18	110.0	110.7	110.8	110.8	110.7	110.7	110.7	110.7	110.8	110.8	110.8	110.8	110.8	0.1
00:20	110.0	110.9	110.8	110.9	110.8	110.8	110.9	110.8	110.9	110.8	110.9	110.9	110.9	0.1
00:22	110.0	111.0	110.9	111.0	110.9	111.0	111.1	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	0.2
00:24	110.0	111.1	111.1	111.1	111.2	111.2	111.1	111.2	111.1	111.2	111.1	111.1	111.1	0.1
00:26	110.0	110.7	110.7	110.8	110.8	110.7	110.7	110.7	110.8	110.7	110.7	110.7	110.7	0.1
00:28	110.0	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.4	110.5	110.5	110.5	0.1
00:30	110.0	110.5	110.5	110.4	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.5	110.5	0.1
00:32	110.0	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	0.1
00:34	110.0	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	110.2	0.1
00:36	110.0	110.1	110.2	110.1	110.1	110.1	110.2	110.1	110.1	110.1	110.2	110.1	110.1	0.1
00:38	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:40	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:42	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:44	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:46	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:48	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
00:50	110.0	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	0.0
T. PROM.	110.0	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3	
T. MAX.	110.0	111.1	111.1	111.1	111.2	111.2	111.1	111.2	111.1	111.2	111.1	111.1	111.1	
T. MIN.	110.0	109.5	109.5	109.5	109.4	109.5	109.5	109.4	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
 Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 56551

## GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

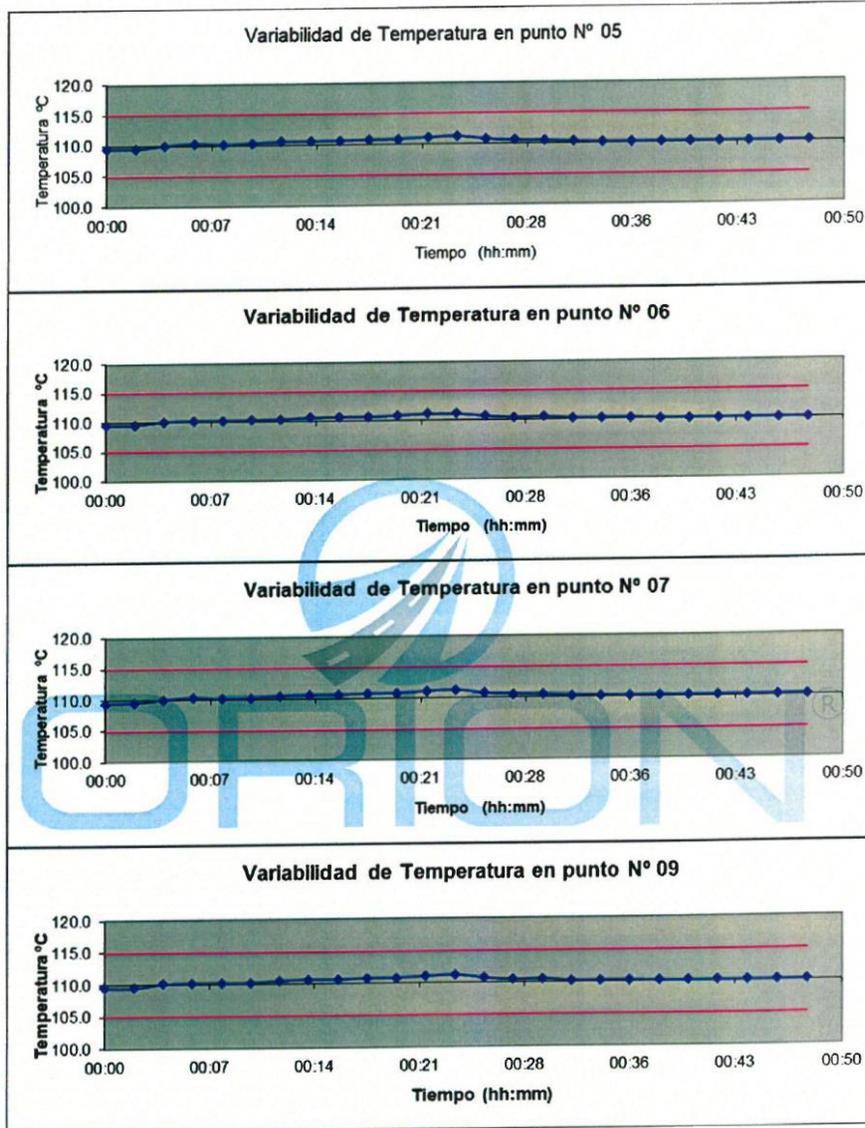


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
**Luis Tabuada Palacios**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto  
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



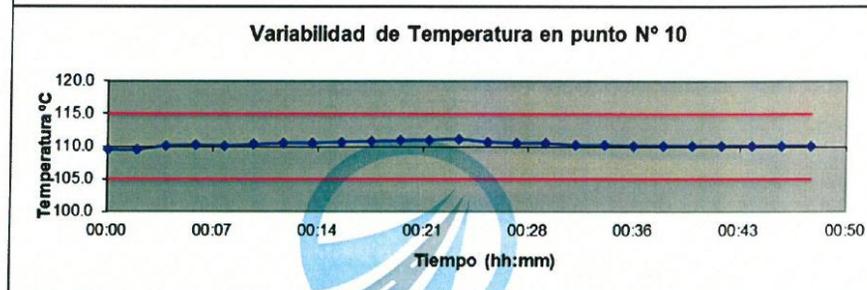
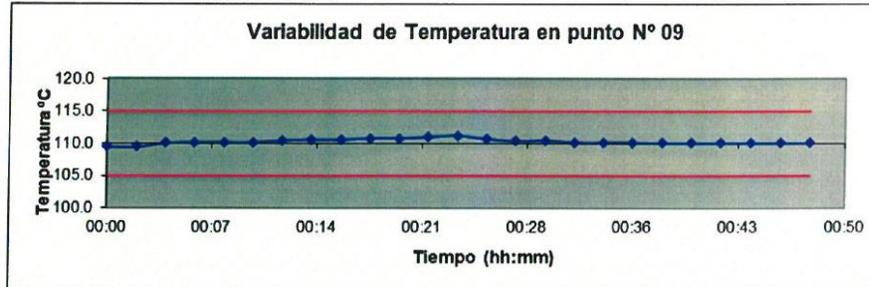
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
*Luis Taboada*  
Ing. Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551



# ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

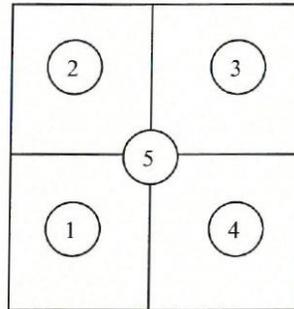
## GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



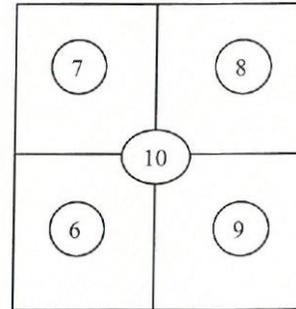
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

*Luis Taboada*  
Luis Taboada Palacios  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 56551

**DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C**

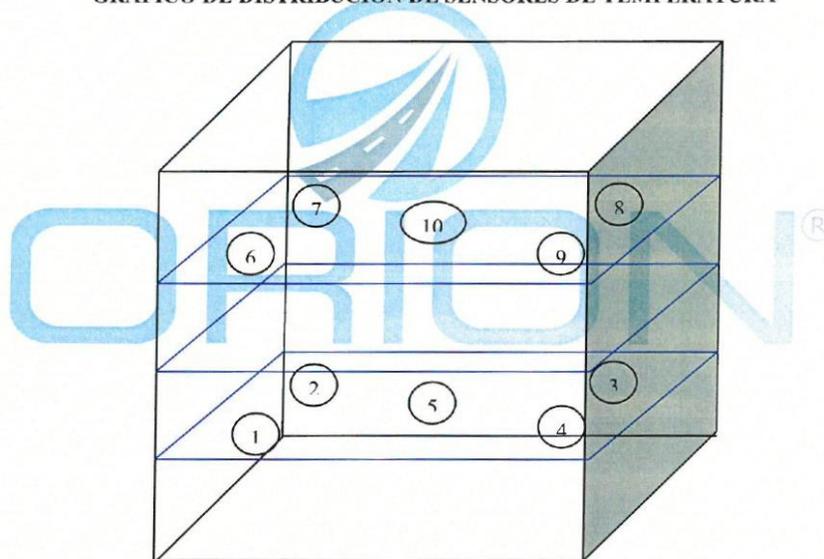


NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR

**GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA**



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
 Ing. Luis Taboada Palacios  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 56551

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLF-019-2023

### 1.- SOLICITANTE

**Razón social:** OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.  
**Dirección:** AV. LA MARINA NRO. 365 URB. BENJAMIN DOIG LOSSIO ET. UNO  
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - LA  
PERLA  
**OTI:** LC-014

### 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Medidor de Caudal

**Marca :** BGI MESALABS  
**Modelo :** PQ-200  
**N° de Serie :** 00254478  
**Procedencia :** No indica  
**Intervalo de Medición :** 10 L/min a 20 L/min  
**Resolución :** 0,01 L/min

### 3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó según el ME-009: 1° Ed., "Procedimiento Calibración de Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología.

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- \* El instrumento fue calibrado el 2023 - 01 - 16.
- \* La calibración se realizó en el Área de Flujo del Laboratorio OHLAB.

### 5.- TRAZABILIDAD

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo
CCP-1404-001-22	Medidor de Caudal, con una exactitud del 1 % de la indicación.	MesaLabs	Defender 530+H
ELICROM			

### 6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	23,2 °C	± 0,1 °C
Humedad	52,4 % HR	± 0,1 % HR
Presión	1008,4 hPa	± 0,1 hPa

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración.

Fecha de emisión: 2023 - 01 - 16.



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.

*Juan Diego Arribasplata*  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

**OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.**

**Laboratorio de Metrología**

Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú

Tel.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672

Email: comercial@ohlaboratory.com

Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 2

FGC-042/ENERO 2023/Rev.05

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLF-019-2023

### 7.- RESULTADOS

CCV	Indicación del Caudalímetro	Error	Incertidumbre
L/min	L/min	L/min	L/min
12,71	10,41	-2,30	0,16
17,37	15,03	-2,34	0,16
23,33	20,04	-3,29	0,16

CCV: Caudal Convencionalmente Verdadero

Temperatura del aire: 22,7 °C a 22,7 °C.

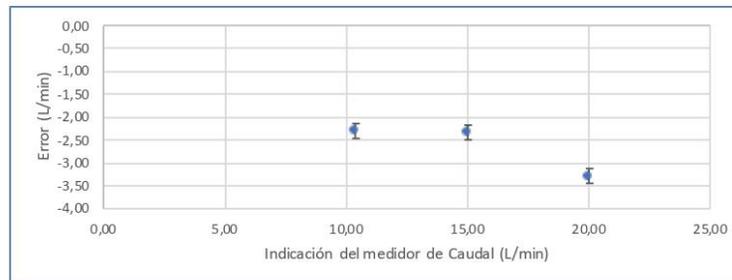


Figura 1.- Curva de calibración del medidor de caudal, el fluido de trabajo fue aire atmosférico.

#### 7.1.- NOTAS

- \* Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 15 mediciones por punto de calibración.
- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- \* La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- \* La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel aproximado de confianza del 95%.

Fin del documento

# Informe Técnico de Laboratorio



## INFORME TECNICO

## ENSAYOS DE SUELOS

## SOLICITANTE

**Kevin Jhover Ildfonso Miranda**  
**Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza**

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRAS DE AGREGADOS PRESENTADAS POR EL SOLICITANTE

MAYO DEL 2023

Alejandro V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

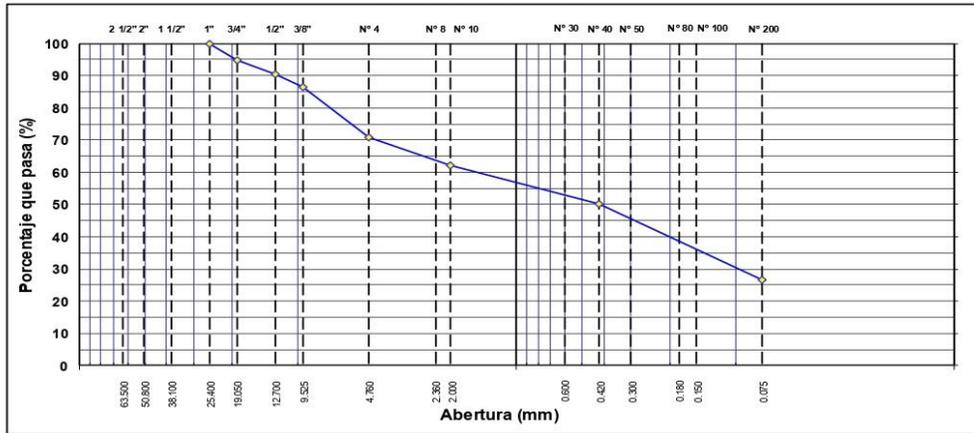
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda : Steffany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-1	FECHA	: Abr-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 735.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 707.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.33 %
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.12 %
3/4"	19.050	53.0	5.3	5.3	94.7		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.21 %
1/2"	12.700	43.0	4.3	9.6	90.4		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)
3/8"	9.525	41.0	4.1	13.7	86.3		CLASIF. SUCCS = SC
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200
# 4	4.760	156.0	15.6	29.3	70.7		P.S. Seco: 1000.0 P.S. Lavado: 735.0 % 200: 26.5
# 8	2.360						% Grava = 29.3 %
# 10	2.000	86.6	8.7	38.0	62.0		% Arena = 44.2 %
# 30	0.600						% Fino = 26.5 %
# 40	0.420	120.4	12.0	50.0	50.0		% HUMEDAD
# 50	0.300						P.S.H. 1000.0 P.S.S. 900.0 % Humedad 11.1%
# 60	0.180						OBSERVACIONES:
# 100	0.150						
# 200	0.075	235.0	23.5	73.5	26.5		
< # 200	FONDO	265.0	26.5	100.0	0.0		
FINO		707.0					Coef. Uniformidad
TOTAL		1,000.0					Índice de Consistencia
							Coef. Curvatura
							Pot. de Expansión

Descripción suelo: Arena arcillosa con grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 1	<b>FECHA</b>	: Abr-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

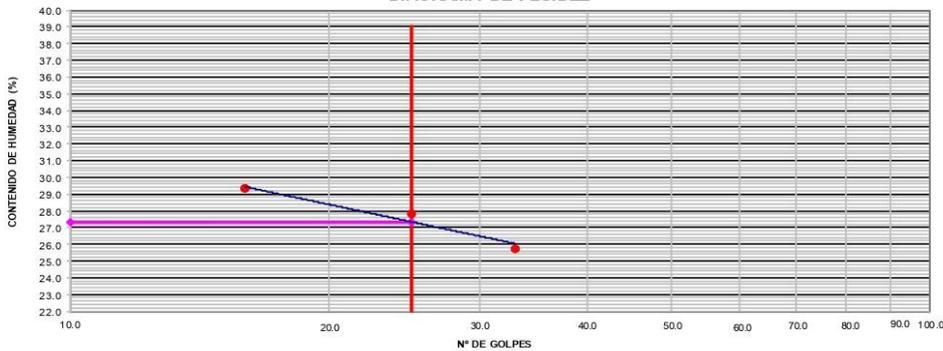
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	64.10	66.42	65.29
TARRO + SUELO SECO	59.10	60.50	59.20
AGUA	5.00	5.92	6.09
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	19.43	21.29	20.76
% DE HUMEDAD	25.73	27.81	29.34
N° DE GOLFES	33	25	16

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.31	28.43
TARRO + SUELO SECO	27.33	26.33
AGUA	1.98	2.10
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	9.82	10.46
% DE HUMEDAD	20.16	20.08

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.33
LÍMITE PLÁSTICO	20.12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.21

OBSERVACIONES

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



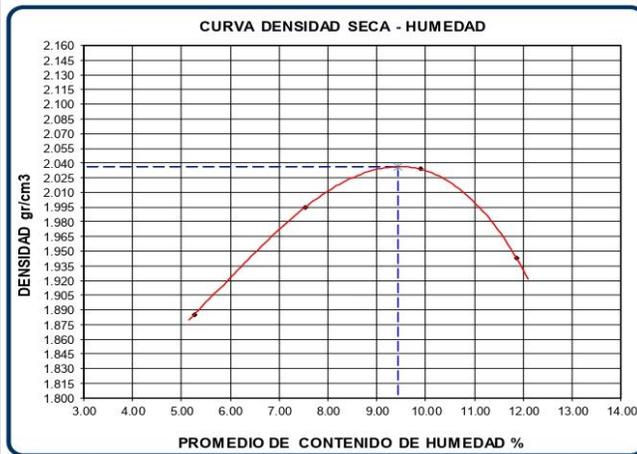
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Shefany Katherine Rodriguez Mendoza **TECNICO** : F. L. G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL **REVISADO POR** : A. B. G.  
**CALICATA** : C-1, M-1 **FECHA** : Abr-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

Metodo de compactacion		C			
Numero de golpes		56			
Numero de capas		5			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10623	10960	11150	11020
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4173	4510	4700	4570
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.984</b>	<b>2.145</b>	<b>2.235</b>	<b>2.173</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula Nº					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	475.0	465.0	455.0	447.0
9. Peso del agua	gr	25.0	35.0	45.0	53.0
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	475.0	465.0	455.0	447.0
12. Contenido de humedad	%	5.26	7.53	9.89	11.86
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.26</b>	<b>7.53</b>	<b>9.89</b>	<b>11.86</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.885</b>	<b>1.994</b>	<b>2.034</b>	<b>1.943</b>



RESULTADOS	
Humedad optima	9.43%
Densidad Maxima	2.036

Observaciones:

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begazo Giraldo**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

<b>PROYECTO</b>	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TECNICO</b>	: F. L. G.
<b>SOLICITANTES</b>	: Kevin Jhoyer Idefonso Miranda : Sthefany Katherine Rodriguez Mendoza	<b>REVISADO POR</b>	: A. B. G.
<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL	<b>FECHA</b>	: 04/04/23
<b>CALICATA</b>	: C-1, M-1	<b>CERTIFICADO</b>	: CM-001
<b>PROF.</b>	: 0.00 - 1.50		

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		
MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.036
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	9.43 %

## ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
	1		2		3	
	5		5		6	
	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12002	11980	11945	11900	11645	11610
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4740	4718	4388	4343	4093	4058
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.240	2.230	2.063	2.042	1.921	1.904
Humedad (%)	9.87	10.33	9.82	10.60	9.75	10.28
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>2.039</b>	<b>2.021</b>	<b>1.879</b>	<b>1.846</b>	<b>1.750</b>	<b>1.727</b>
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	455.10	453.20	455.30	452.10	455.60	453.40
Peso del Agua (gr)	44.90	46.80	44.70	47.90	44.40	46.60
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	455.10	453.20	455.30	452.10	455.60	453.40
<b>Humedad (%)</b>	<b>9.87</b>	<b>10.33</b>	<b>9.82</b>	<b>10.60</b>	<b>9.75</b>	<b>10.28</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/04/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
5/04/2023	08:10:00	24	35.00	0.889	0.8	61.00	1.549	1.3	70.00	1.778	1.5
6/04/2023	08:10:00	48	76.00	1.930	1.7	101.00	2.565	2.2	119.00	3.023	2.6
7/04/2023	08:10:00	96	114.00	2.896	2.5	129.00	3.277	2.8	152.00	3.861	3.3

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		25	3			15	2			13	2		
0.050		35	5			25	3			21	3		
0.075		49	6			39	5			28	4		
0.100	70.5	64	8	8.4	11.9	54	7	6.56	9.3	36	5	4.91	7.0
0.150		88	11			68	9			52	7		
0.200	105.7	112	15	14.2	13.5	81	11	10.77	10.2	69	9	8.79	8.3
0.250		136	18			98	13			81	11		
0.300		182	24			112	15			92	12		
0.350													
0.400													

  
Alejandro V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

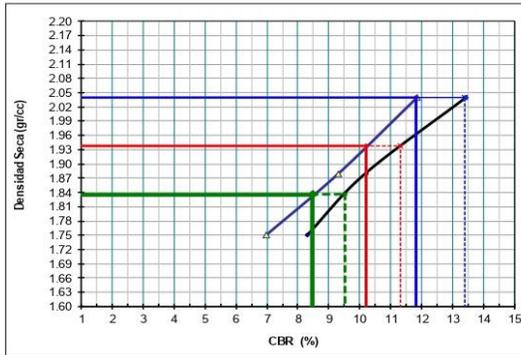
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>PROYECTO</b> : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TECNICO</b> : F.L.G.
<b>SOLICITANTES</b> : Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza	<b>REVISADO POR</b> : A.B.G.
<b>MUESTRA</b> : TERRENO NATURAL	<b>FECHA</b> : 07/04/23
<b>CALICATA</b> : C-1, M-1	<b>CERTIFICADO</b> : CM-001
<b>PROF.</b> : 0.00 - 1.50	

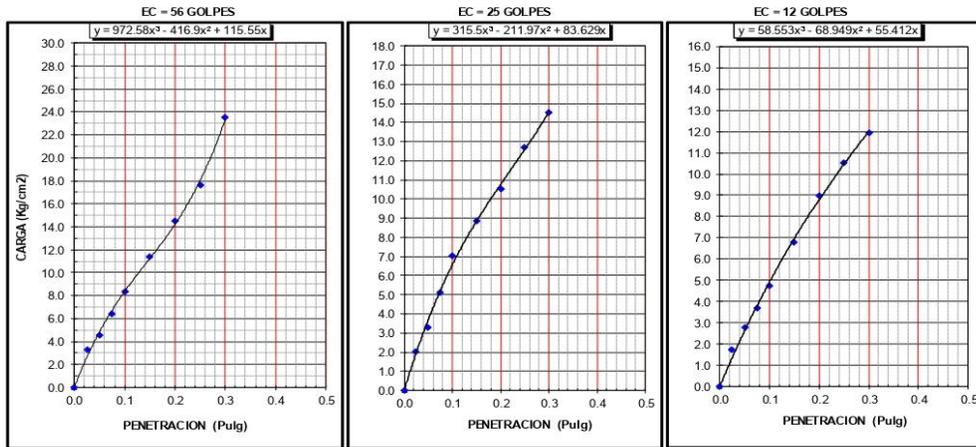
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.8	0.2":	13.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.2	0.2":	11.3
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	8.5	0.2":	9.5

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.036	gr/cc
Optimo Humedad	9.43	%

OBSERVACIONES:



**Alejandro V. Begazza Girardo**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo

CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**INFORME TECNICO**

**ENSAYOS DE SUELOS**

**SOLICITANTE**

**Kevin Jhover Ildfonso Miranda**  
**Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza**

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRAS DE AGREGADOS PRESENTADAS POR EL SOLICITANTE

MAYO DEL 2023

  
Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

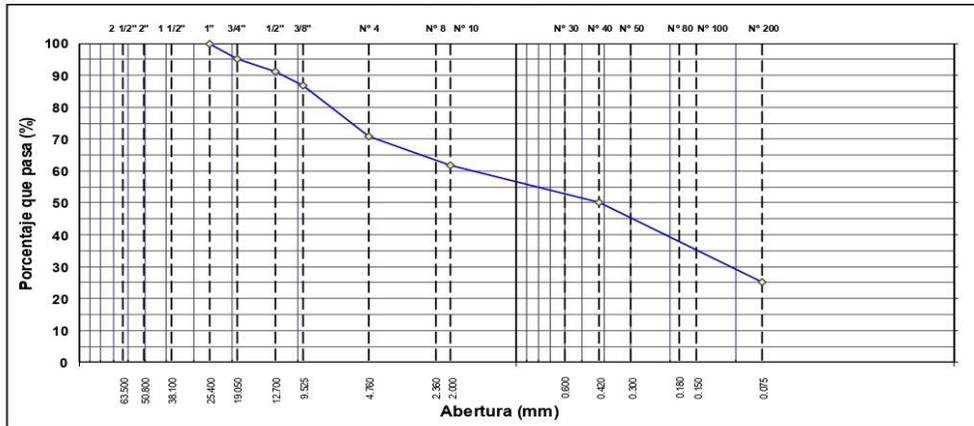
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Ildelfonso Miranda : Sthefany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-2	FECHA	: Abr-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.000,0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 747,8 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 709,0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 28,74 %	
1"	25.400				100,0		LÍMITE PLÁSTICO = 20,72 %	
3/4"	19.050	50.0	5.0	5.0	95.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 8,02 %	
1/2"	12.700	40.0	4.0	9.0	91.0		CLASF. AASHTO = A-2.4 [0]	
3/8"	9.525	43.0	4.3	13.3	86.7		CLASF. SUCCS = SC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 : P.S. Seco: 1000.0 ; P.S. Lavado: 747.8 ; % 200: 25.2	
# 4	4.760	158.0	15.8	29.1	70.9		% Grava = 29.1 %	
# 8	2.360						% Arena = 45.7 %	
# 10	2.000	90.3	9.0	38.1	61.9		% Fino = 25.2 %	
# 30	0.600							
# 40	0.420	115.2	11.5	49.7	50.4		% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 : 885.6 : 12.9%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	251.3	25.1	74.8	25.2			
< # 200	FONDO	252.2	25.2	100.0	0.0			
FINO		709.0					Coef. Uniformidad : Índice de Consistencia	
TOTAL		1.000.0					Coef. Curvatura : 2.0	
Descripción suelo:	Arena arcillosa con grava						Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
**Alfonso V. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo

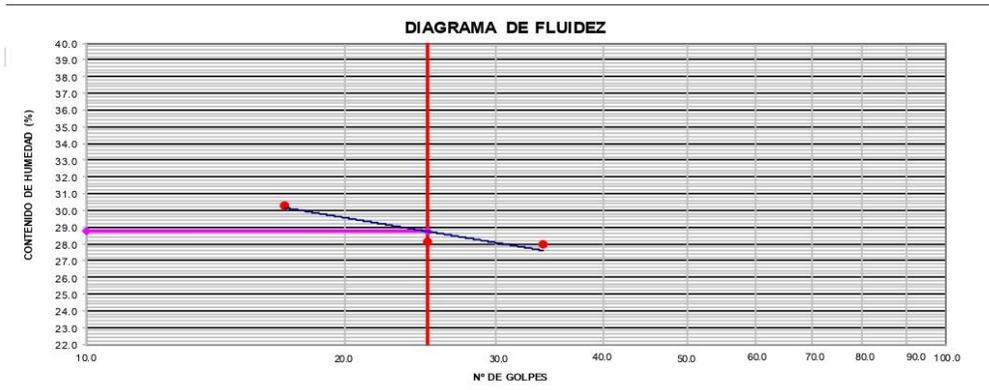


CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

LÍMITES DE ATTERBERG		MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 2	<b>FECHA</b>	: Abr-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	63.12	65.21	64.25	
TARRO + SUELO SECO	58.00	59.50	58.25	
AGUA	5.12	5.71	6.00	
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44	
PESO DEL SUELO SECO	18.33	20.29	19.81	
% DE HUMEDAD	27.93	28.14	30.29	
N° DE GOLPES	34	25	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.12	29.13		
TARRO + SUELO SECO	27.96	26.85		
AGUA	2.16	2.28		
PESO DEL TARRO	17.51	15.87		
PESO DEL SUELO SECO	10.45	10.98		
% DE HUMEDAD	20.67	20.77		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.74
LÍMITE PLÁSTICO	20.72
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.02

OBSERVACIONES

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

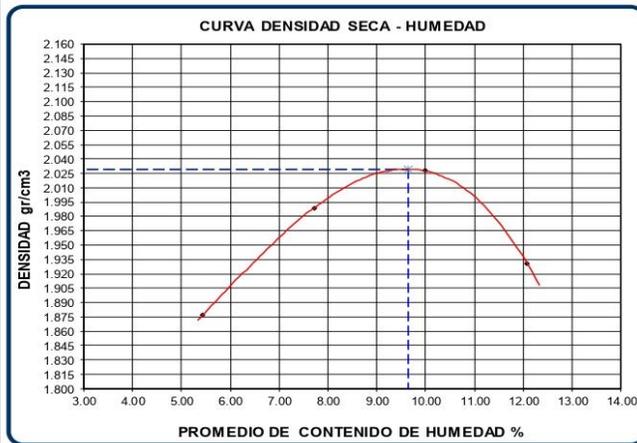
Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b> (AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	
<b>PROYECTO</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"
<b>SOLICITANTES</b>	: Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda : Stefany Katherine Rodríguez Mendoza
<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL
<b>CALICATA</b>	: C-2, M-1
<b>PROF.</b>	: 0.00 - 1.50
<b>TECNICO</b>	: F. L. G.
<b>REVISADO POR</b>	: A. B. G.
<b>FECHA</b>	: Abr-23
<b>CERTIFICADO</b>	: CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	<b>10613</b>	<b>10955</b>	<b>11140</b>	<b>11000</b>
2. Peso del molde	gr	<b>6450</b>	<b>6450</b>	<b>6450</b>	<b>6450</b>
3. Volumen del molde	cc	<b>2103</b>	<b>2103</b>	<b>2103</b>	<b>2103</b>
4. Peso suelo humedo	gr	<b>4163</b>	<b>4505</b>	<b>4690</b>	<b>4550</b>
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.980</b>	<b>2.142</b>	<b>2.230</b>	<b>2.164</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo humedo. + capsula	gr	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	<b>474.2</b>	<b>464.2</b>	<b>454.6</b>	<b>446.1</b>
9. Peso del agua	gr	<b>25.8</b>	<b>35.8</b>	<b>45.4</b>	<b>53.9</b>
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	<b>474.2</b>	<b>464.2</b>	<b>454.6</b>	<b>446.1</b>
12. Contenido de humedad	%	<b>5.44</b>	<b>7.71</b>	<b>9.99</b>	<b>12.08</b>
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.44</b>	<b>7.71</b>	<b>9.99</b>	<b>12.08</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.877</b>	<b>1.989</b>	<b>2.028</b>	<b>1.930</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.64%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.030</b>

**Observaciones:**

---



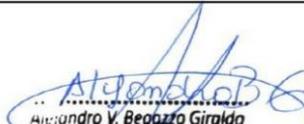
---



---



---

  
**Alejandro V. Begazo Giraldo**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

**RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI**

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
<b>PROYECTO</b>	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	
<b>SOLICITANTES</b>	: Kevin Jhoyer Idefonso Miranda : Sthefany Katherine Rodriguez Mendoza	
<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL	
<b>CALICATA</b>	: C-2, M-1	
<b>PROF.</b>	: 0.00 - 1.50	
	<b>TECNICO</b>	: F. L. G.
	<b>REVISADO POR</b>	: A. B. G.
	<b>FECHA</b>	: 04/04/23
	<b>CERTIFICADO</b>	: CM-001

<b>DATOS DEL PROCTOR</b>		
MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.030
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	9.64 %

## ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
	1		2		3	
	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11980	11960	11934	11896	11640	11603
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4718	4698	4377	4339	4088	4051
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.230	2.220	2.058	2.040	1.918	1.901
Humedad (%)	9.91	10.60	9.96	10.64	10.06	10.40
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>2.029</b>	<b>2.007</b>	<b>1.872</b>	<b>1.844</b>	<b>1.743</b>	<b>1.722</b>
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	454.90	452.10	454.70	451.90	454.30	452.90
Peso del Agua (gr)	45.10	47.90	45.30	48.10	45.70	47.10
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	454.90	452.10	454.70	451.90	454.30	452.90
<b>Humedad (%)</b>	<b>9.91</b>	<b>10.60</b>	<b>9.96</b>	<b>10.64</b>	<b>10.06</b>	<b>10.40</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/04/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
5/04/2023	08:10:00	24	30.00	0.762	0.7	58.00	1.473	1.3	65.00	1.651	1.4
6/04/2023	08:10:00	48	71.00	1.803	1.6	99.00	2.515	2.2	112.00	2.845	2.5
7/04/2023	08:10:00	96	102.00	2.591	2.2	121.00	3.073	2.7	141.00	3.581	3.1

PENETRACION												
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3		
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2
0.000		0	0			0	0			0	0	
0.025		22	3			12	2			11	1	
0.050		30	4			23	3			19	3	
0.075		45	6			34	4			26	3	
0.100	70.5	60	8	7.7	10.9	51	7	6.00	8.5	33	4	4.52
0.150		82	11			62	8			50	7	
0.200	105.7	107	14	13.5	12.8	79	10	10.26	9.7	62	8	8.21
0.250		130	17			93	12			78	10	
0.300		175	23			108	14			90	12	
0.350												
0.400												

*Alfonso V. Begazo Girado*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R. )**  
(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Idefonso Miranda  
Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza

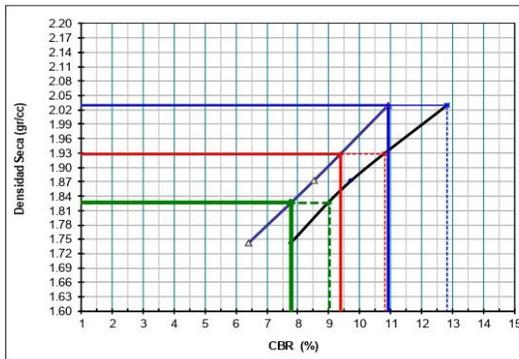
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**CALICATA** : C-2, M-1

**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : 07/04/23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.9	0.2":	12.8
C.B.R AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.4	0.2":	10.8
C.B.R AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	7.8	0.2":	9.0

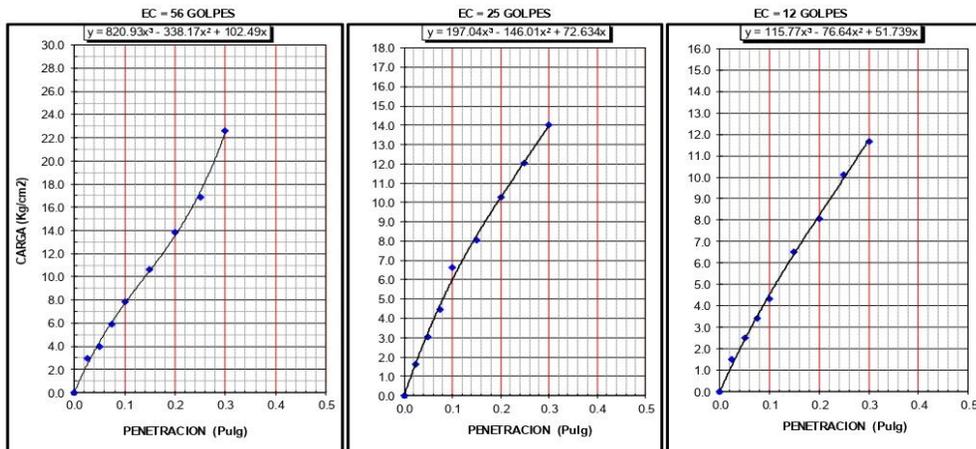
Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.030	gr/cc
Optimo Humedad	9.64	%

**OBSERVACIONES:**

---



---



**Alejandro V. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

**RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI**

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo

CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**INFORME TECNICO**

**ENSAYOS DE SUELOS**

**SOLICITANTE**

**Kevin Jhover Ildfonso Miranda**  
**Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza**

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRAS DE AGREGADOS PRESENTADAS POR EL SOLICITANTE

MAYO DEL 2023

  
Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

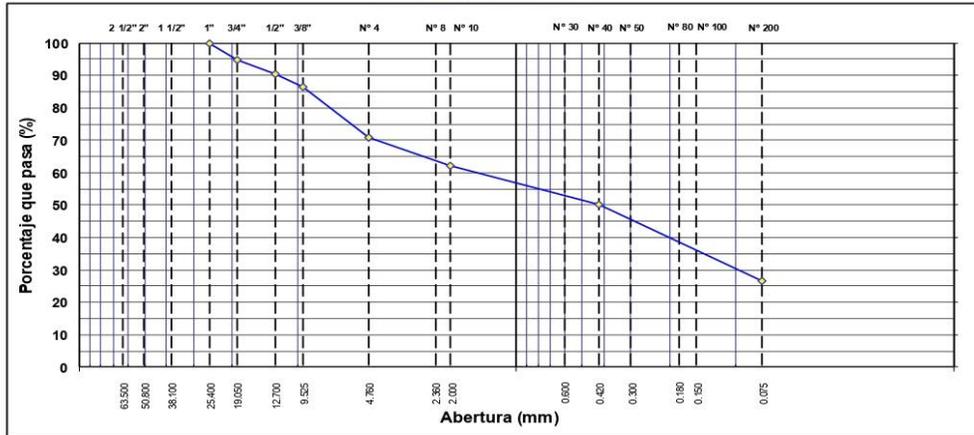
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado : incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO : 1 TÉCNICO : F.L.G.
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Idefonso Miranda : Stehany Katherine Rodriguez Mendoza	INGº RESP. : A.B.G. FECHA : May-23
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO	
CALICATA	: C- 1	
MUESTRA	: M-1	
PROFUND.	: 0.00 - 1.50	

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 735.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 707.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.15 %
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.14 %
3/4"	19.050	53.0	5.3	5.3	94.7		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.01 %
1/2"	12.700	43.0	4.3	9.6	90.4		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)
3/8"	9.525	41.0	4.1	13.7	86.3		CLASIF. SUCCS = SC
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado. % 200
# 4	4.760	156.0	15.6	29.3	70.7		1000.0 735.0 26.5
# 8	2.360						% Grava = 29.3 %
# 10	2.000	86.6	8.7	38.0	62.0		% Arena = 44.2 %
# 30	0.600						% Fino = 26.5 %
# 40	0.420	120.4	12.0	50.0	50.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300						1000.0 900.0 11.1%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:
# 100	0.150						
# 200	0.075	235.0	23.5	73.5	26.5		
< # 200	FONDO	265.0	26.5	100.0	0.0		
FINO		707.0					Coef. Uniformidad
TOTAL		1,000.0					Índice de Coesistencia
							Coef. Curvatura
							Pot. de Expansión
							Bajo
							Estable

Descripción suelo: Arena arcillosa con grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>Nº REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>INGº RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 1	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

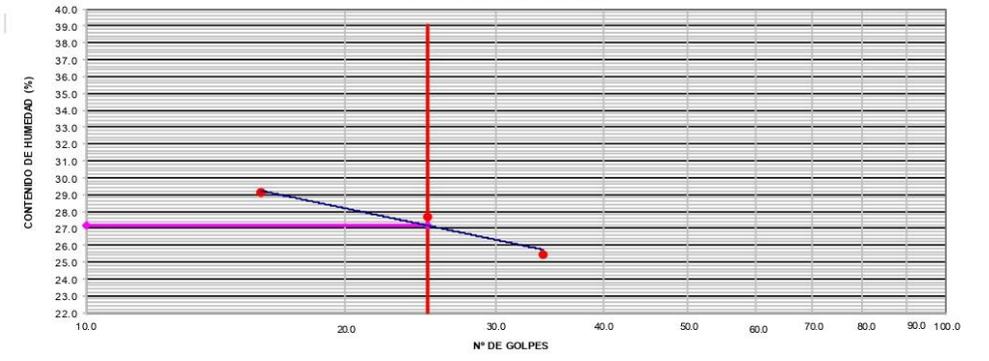
### LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	64.08	66.38	65.27	
TARRO + SUELO SECO	59.13	60.50	59.22	
AGUA	4.95	5.89	6.05	
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44	
PESO DEL SUELO SECO	19.46	21.29	20.78	
% DE HUMEDAD	25.44	27.65	29.11	
Nº DE GOLPES	34	25	16	

### LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.33	28.44		
TARRO + SUELO SECO	27.34	26.34		
AGUA	1.99	2.10		
PESO DEL TARRO	17.51	15.87		
PESO DEL SUELO SECO	9.83	10.47		
% DE HUMEDAD	20.24	20.05		

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.15
LÍMITE PLÁSTICO	20.14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.01

OBSERVACIONES

*Alexander B.*  
 Alejandro V. Begoza Girado  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



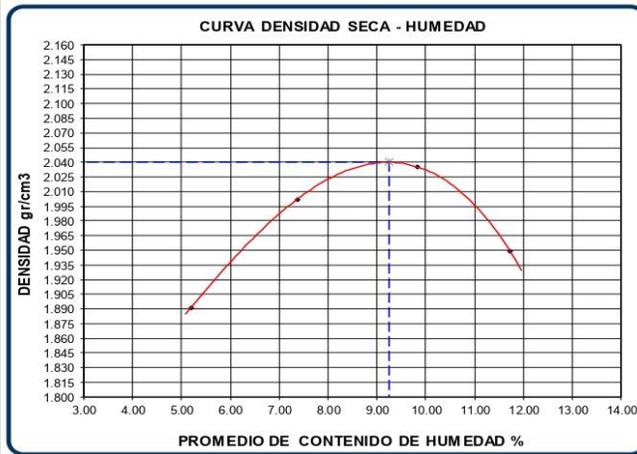
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10634	10970	11151	11030
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4184	4520	4701	4580
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.990</b>	<b>2.149</b>	<b>2.235</b>	<b>2.178</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	475.3	465.7	455.3	447.6
9. Peso del agua	gr	24.7	34.3	44.7	52.5
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	475.3	465.7	455.3	447.6
12. Contenido de humedad	%	5.20	7.37	9.82	11.72
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.20</b>	<b>7.37</b>	<b>9.82</b>	<b>11.72</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.891</b>	<b>2.002</b>	<b>2.036</b>	<b>1.949</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.25%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.040</b>

**Observaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso Y. Begazo Giraldo**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.040  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.25 %

## ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION							
		1		2		3	
		5		5		5	
		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº		12002	11970	11940	11890	11640	11603
Nº Capa		5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº		56	25	25	12	12	12
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12002	11970	11940	11890	11640	11603
Peso de molde	(gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo	(gr)	4740	4708	4383	4333	4088	4051
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.240	2.225	2.061	2.037	1.918	1.901
Humedad	(%)	9.82	10.08	9.82	10.60	9.81	10.28
<b>Densidad seca</b>	<b>(gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.040</b>	<b>2.021</b>	<b>1.877</b>	<b>1.842</b>	<b>1.747</b>	<b>1.724</b>
Tarro Nº							
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco	(gr)	455.30	454.20	455.30	452.10	455.32	453.40
Peso del Agua	(gr)	44.70	45.80	44.70	47.90	44.68	46.60
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco	(gr)	455.30	454.20	455.30	452.10	455.32	453.40
<b>Humedad</b>	<b>(%)</b>	<b>9.82</b>	<b>10.08</b>	<b>9.82</b>	<b>10.60</b>	<b>9.81</b>	<b>10.28</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	33.00	0.838	0.7	58.00	1.473	1.3	67.00	1.702	1.5
7/05/2023	08:10:00	48	73.00	1.854	1.6	96.00	2.438	2.1	115.00	2.921	2.5
8/05/2023	08:10:00	96	110.00	2.794	2.4	123.00	3.124	2.7	148.00	3.759	3.3

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		28	4			17	2			16	2		
0.050		41	5			27	4			24	3		
0.075		53	7			43	6			31	4		
0.100	70.5	68	9	9.3	13.2	59	8	7.17	10.2	39	5	5.37	7.6
0.150		103	13			74	10			55	7		
0.200	105.7	116	15	15.0	14.2	86	11	11.35	10.7	72	9	9.15	8.7
0.250		138	18			100	13			84	11		
0.300		189	24			115	15			95	12		
0.350													
0.400													

*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

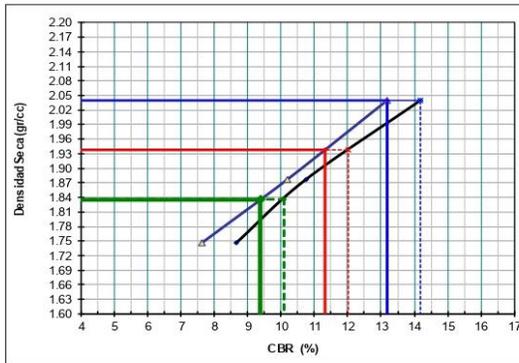
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R. )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda  
 Stefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % CLORURO DE MAGNESIO  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**CERTIFICADO** : CM-001

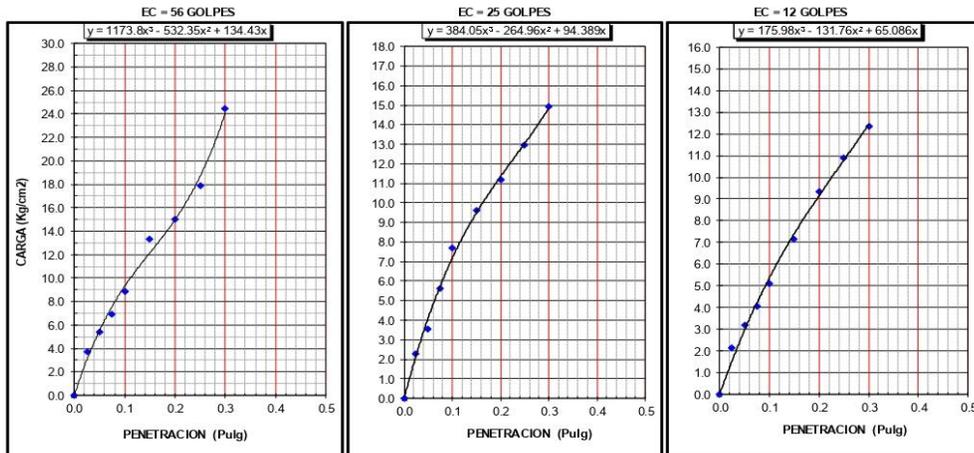
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.2	0.2":	14.2
C.B.R AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.3	0.2":	12.0
C.B.R AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.4	0.2":	10.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.040	gr/cc
Optimo Humedad	9.25	%

OBSERVACIONES:



**Alejandro V. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo

CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

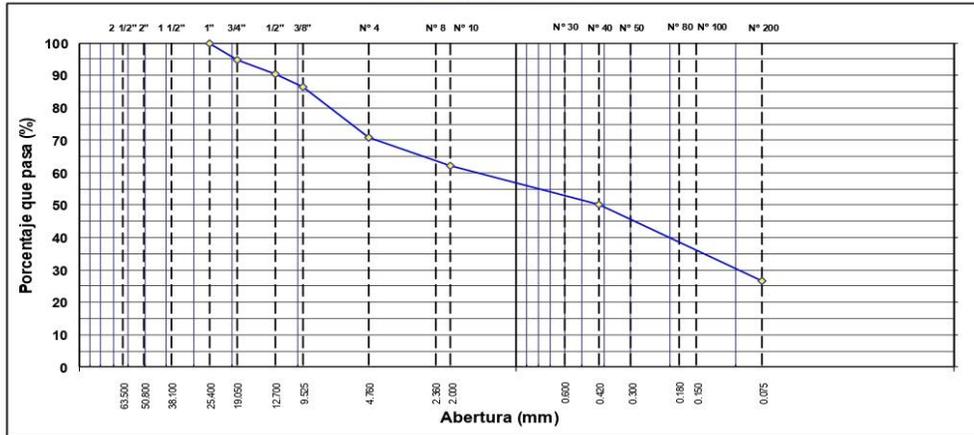
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado : incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Ildelfonso Miranda : Stehany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-1	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 735.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 707.0 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.31 %
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.21 %
3/4"	19.050	53.0	5.3	5.3	94.7		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.10 %
1/2"	12.700	43.0	4.3	9.6	90.4		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)
3/8"	9.525	41.0	4.1	13.7	86.3		CLASIF. SUCCS = SC
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco: P.S. Lavado: % 200
# 4	4.760	156.0	15.6	29.3	70.7		1000.0 735.0 26.5
# 8	2.360						% Grava = 29.3 %
# 10	2.000	86.6	8.7	38.0	62.0		% Arena = 44.2 %
# 30	0.600						% Fino = 26.5 %
# 40	0.420	120.4	12.0	50.0	50.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300						1000.0 900.0 11.1%
# 80	0.180						OBSERVACIONES:
# 100	0.150						
# 200	0.075	235.0	23.5	73.5	26.5		
< # 200	FONDO	265.0	26.5	100.0	0.0		
FINO		707.0					Coef. Uniformidad
TOTAL		1,000.0					Índice de Coesistencia
							Coef. Curvatura
							Pot. de Expansión
							Bajo
							Estable

Descripción suelo: Arena arcillosa con grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERREÑO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 1	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

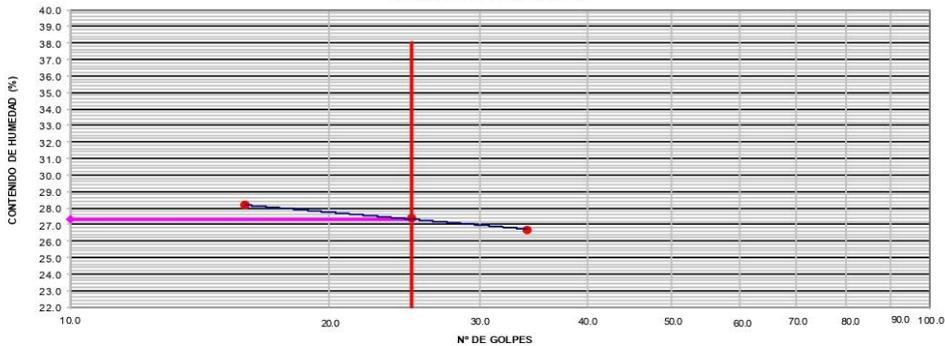
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	63.90	65.89	64.52
TARRO + SUELO SECO	58.80	60.15	58.79
AGUA	5.10	5.74	5.73
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	19.13	20.94	20.35
% DE HUMEDAD	26.66	27.41	28.16
N° DE GOLPES	34	25	16

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	3	4
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.10	30.12
TARRO + SUELO SECO	27.99	27.72
AGUA	2.11	2.40
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	10.48	11.85
% DE HUMEDAD	20.13	20.29

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.31
LÍMITE PLÁSTICO	20.21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.10

OBSERVACIONES

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso Y. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



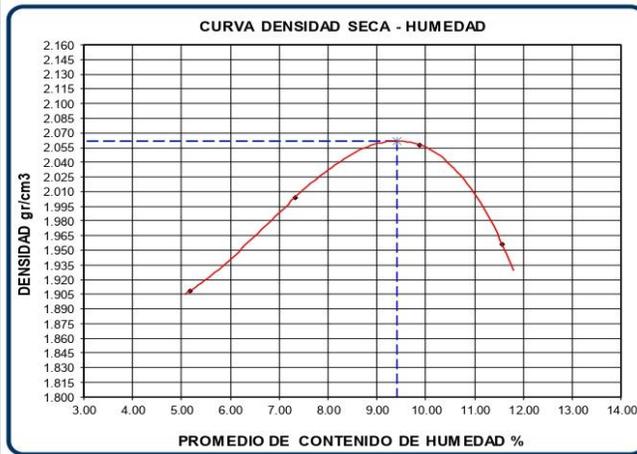
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 6 % CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10671	10972	11205	11040
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4221	4522	4755	4590
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>2.007</b>	<b>2.150</b>	<b>2.261</b>	<b>2.183</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	475.4	465.9	455.1	448.2
9. Peso del agua	gr	24.6	34.1	44.9	51.9
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	475.4	465.9	455.1	448.2
12. Contenido de humedad	%	5.17	7.32	9.87	11.57
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.17</b>	<b>7.32</b>	<b>9.87</b>	<b>11.57</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.908</b>	<b>2.004</b>	<b>2.058</b>	<b>1.956</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.42%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.062</b>

**Observaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 6 % CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F. L. G.  
**REVISADO POR** : A. B. G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.062  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.42 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION							
		1		2		3	
		5		5		5	
		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12032	11980	12100	12060	11650	11613
Peso de molde (gr)		7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)		4770	4718	4543	4503	4098	4061
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )		2.254	2.230	2.136	2.117	1.923	1.906
Humedad (%)		9.41	10.11	9.46	10.62	9.58	10.35
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.060</b>	<b>2.025</b>	<b>1.951</b>	<b>1.914</b>	<b>1.755</b>	<b>1.727</b>
Tarro Nº							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)		457.00	454.10	456.80	452.00	456.30	453.10
Peso del Agua (gr)		43.00	45.90	43.20	48.00	43.70	46.90
Peso del tarro (gr)							
Peso del suelo seco (gr)		457.00	454.10	456.80	452.00	456.30	453.10
<b>Humedad (%)</b>		<b>9.41</b>	<b>10.11</b>	<b>9.46</b>	<b>10.62</b>	<b>9.58</b>	<b>10.35</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	30.00	0.762	0.7	54.00	1.372	1.2	63.00	1.600	1.4
7/05/2023	08:10:00	48	69.00	1.753	1.5	91.00	2.311	2.0	111.00	2.819	2.4
8/05/2023	08:10:00	96	101.00	2.565	2.2	115.00	2.921	2.5	142.00	3.607	3.1

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		36	5			25	3			18	2		
0.050		49	6			36	5			26	3		
0.075		63	8			55	7			33	4		
0.100	70.5	75	10	10.6	15.0	76	10	9.20	13.1	42	5	5.68	8.1
0.150		112	15			93	12			56	7		
0.200	105.7	136	18	17.4	16.5	115	15	15.36	14.5	74	10	9.37	8.9
0.250		168	22			146	19			86	11		
0.300		220	28			163	21			97	13		
0.350													
0.400													

*Alfonso B.*  
**Alfonso V. Begazo Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

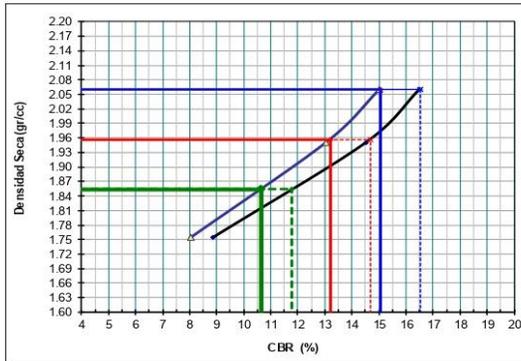
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>PROYECTO</b> :	"Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"		<b>TECNICO</b> :	F.L.G.
<b>SOLICITANTES</b> :	Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda		<b>REVISADO POR</b> :	A.B.G.
	Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza		<b>FECHA</b> :	May-23
<b>MUESTRA</b> :	TERRENO NATURAL + 6 % CLORURO DE MAGNESIO		<b>CERTIFICADO</b> :	CM-001
<b>CALICATA</b> :	C-1, M-1			
<b>PROF.</b> :	0.00 - 1.50			

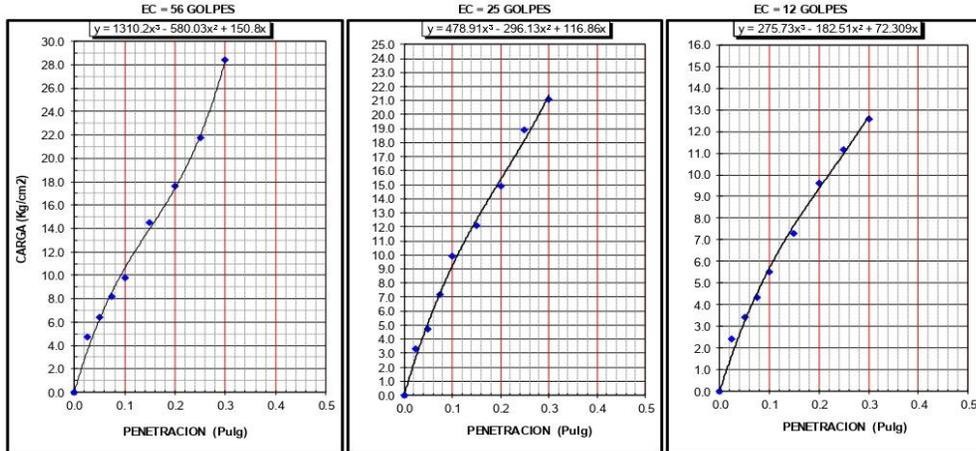
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.1	0.2":	16.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.2	0.2":	14.7
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.6	0.2":	11.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.062	gr/cc
Óptimo Humedad	9.42	%

OBSERVACIONES:



*Alfonso B.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

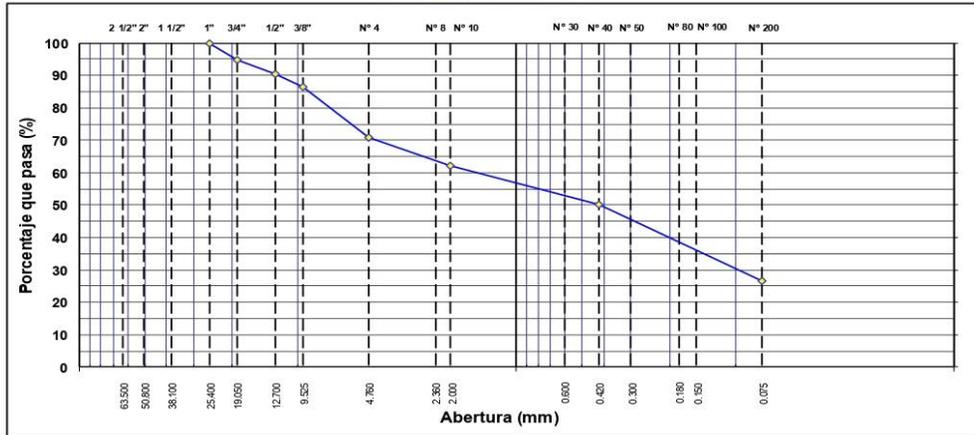
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado : incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO : 1 TÉCNICO : F.L.G.
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Ildelfonso Miranda : Stehany Katherine Rodriguez Mendoza	
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP. : A.B.G.
CALICATA	: C-1	FECHA : May-23
MUESTRA	: M-1	
PROFUND.	: 0.00 - 1.50	

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 735.0 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 707.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 28.13 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.88 %	
3/4"	19.050	53.0	5.3	5.3	94.7		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.25 %	
1/2"	12.700	43.0	4.3	9.6	90.4		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)	
3/8"	9.525	41.0	4.1	13.7	86.3		CLASIF. SUCCS = SC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado. % 200	
# 4	4.760	156.0	15.6	29.3	70.7		1000.0 735.0 26.5	
# 8	2.360						% Grava = 29.3 %	
# 10	2.000	86.6	8.7	38.0	62.0		% Arena = 44.2 %	
# 30	0.600						% Fino = 26.5 %	
# 40	0.420	120.4	12.0	50.0	50.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 900.0 11.1%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	235.0	23.5	73.5	26.5			
< # 200	FONDO	265.0	26.5	100.0	0.0			
FINO		707.0					Coef. Uniformidad	
TOTAL		1,000.0					Índice de Coesistencia	
Descripción suelo: Arena arcillosa con grava							Coef. Curvatura	2.3
							Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 1	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

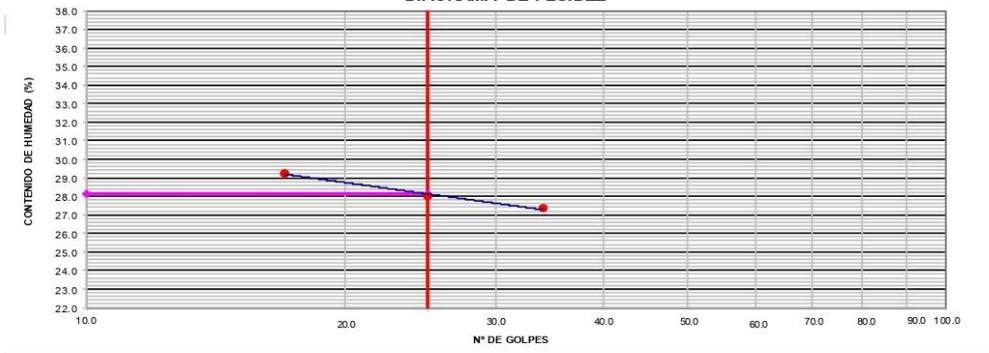
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	5	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	62.12	64.21	63.25
TARRO + SUELO SECO	57.30	58.74	57.64
AGUA	4.82	5.47	5.61
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	17.63	19.53	19.20
% DE HUMEDAD	27.34	28.01	29.22
N° DE GOLPES	34	25	17

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	7	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.63	25.87
TARRO + SUELO SECO	24.23	24.14
AGUA	1.40	1.73
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	6.72	8.27
% DE HUMEDAD	20.83	20.92

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.13
LÍMITE PLÁSTICO	20.88
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.25

OBSERVACIONES

*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



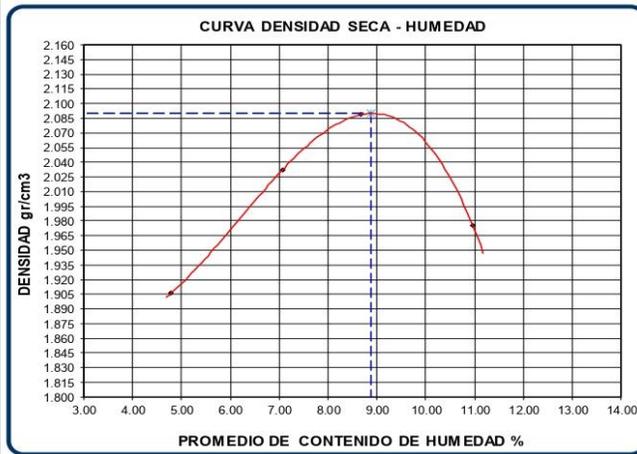
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
 (AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 : Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 9 % CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10650	11026	11223	11060
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4200	4576	4773	4610
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.997</b>	<b>2.176</b>	<b>2.270</b>	<b>2.192</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	477.2	467.0	460.1	450.6
9. Peso del agua	gr	22.8	33.0	39.9	49.4
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	477.2	467.0	460.1	450.6
12. Contenido de humedad	%	4.78	7.07	8.67	10.96
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>4.78</b>	<b>7.07</b>	<b>8.67</b>	<b>10.96</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.906</b>	<b>2.032</b>	<b>2.088</b>	<b>1.976</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>8.88%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.090</b>

**Observaciones:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 9 % CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F. L. G.  
**REVISADO POR** : A. B. G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.090  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.88 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION							
		1		2		3	
		5		5		5	
		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº		12081	12020	12120	12080	11660	11618
Nº Capa							
Golpes por capa Nº							
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12081	12020	12120	12080	11660	11618
Peso de molde	(gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo	(gr)	4819	4758	4563	4523	4108	4066
Volumen del molde	(cm3)	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.277	2.249	2.145	2.126	1.928	1.908
Humedad	(%)	8.89	9.84	8.67	10.62	8.86	10.06
<b>Densidad seca</b>	<b>(gr/cm3)</b>	<b>2.091</b>	<b>2.048</b>	<b>1.974</b>	<b>1.922</b>	<b>1.771</b>	<b>1.734</b>
Tarro Nº							
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco	(gr)	459.20	455.20	460.10	452.00	459.30	454.30
Peso del Agua	(gr)	40.80	44.80	39.90	48.00	40.70	45.70
Peso del tarro	(gr)						
Peso del suelo seco	(gr)	459.20	455.20	460.10	452.00	459.30	454.30
<b>Humedad</b>	<b>(%)</b>	<b>8.89</b>	<b>9.84</b>	<b>8.67</b>	<b>10.62</b>	<b>8.86</b>	<b>10.06</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	28.00	0.711	0.6	52.00	1.321	1.1	60.00	1.524	1.3
7/05/2023	08:10:00	48	63.00	1.600	1.4	86.00	2.184	1.9	106.00	2.692	2.3
8/05/2023	08:10:00	96	91.00	2.311	2.0	113.00	2.870	2.5	135.00	3.429	3.0

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		41	5			33	4			25	3		
0.050		67	9			49	6			35	5		
0.075		84	11			69	9			46	6		
0.100	70.5	102	13	13.9	19.7	93	12	11.32	16.1	53	7	7.40	10.5
0.150		139	18			108	14			71	9		
0.200	105.7	175	23	22.6	21.4	133	17	17.54	16.6	93	12	11.75	11.1
0.250		216	28			166	21			110	14		
0.300		250	32			191	25			128	17		
0.350													
0.400													

*Alfonso B.*  
Alfonso Y. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

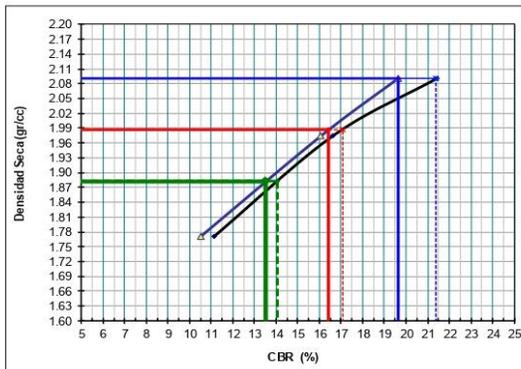
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda  
 Stefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 9 % CLORURO DE NAGNESIO  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

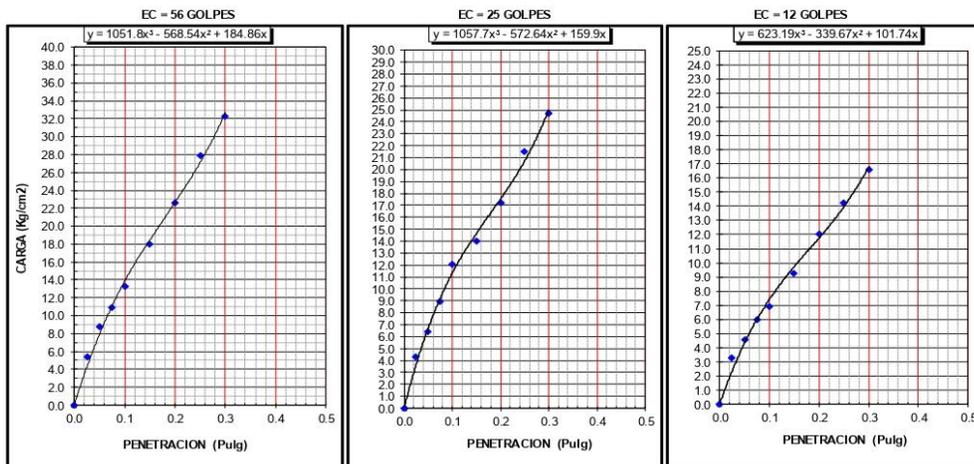
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	19.6	0.2":	21.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.4	0.2":	17.1
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.5	0.2":	14.1

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.090	gr/cc
Optimo Humedad	8.88	%

OBSERVACIONES:



*Alfonso V. Begazo Girado*  
**Alfonso V. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

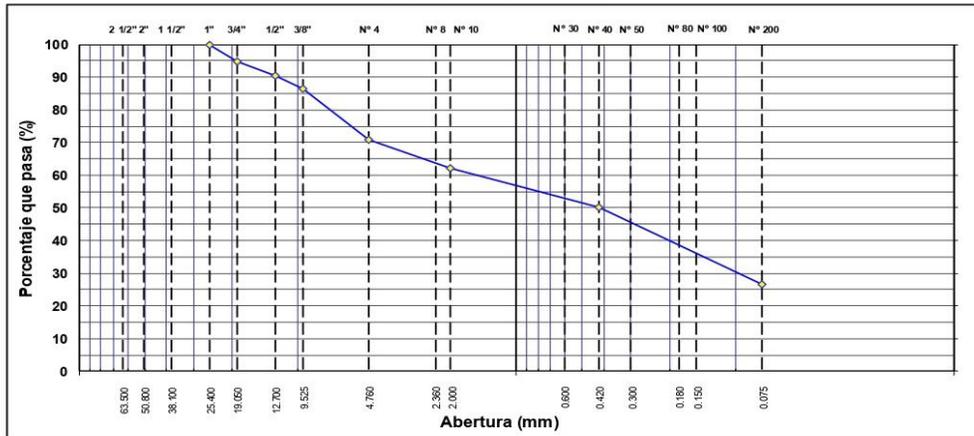
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin Jhovier Ildelfonso Miranda : Stefany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-1	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 735.0 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 707.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 26.89 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.01 %	
3/4"	19.050	53.0	5.3	5.3	94.7		ÍNDICE PLÁSTICO = 6.88 %	
1/2"	12.700	43.0	4.3	9.6	90.4		CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)	
3/8"	9.525	41.0	4.1	13.7	86.3		CLASF. SUCCS = SC - SM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco: P.S. Lavado: % 200	
# 4	4.760	156.0	15.6	29.3	70.7		1000.0 735.0 26.5	
# 8	2.360						% Grava = 29.3 %	
# 10	2.000	86.6	8.7	38.0	62.0		% Arena = 44.2 %	
# 30	0.600						% Fino = 26.5 %	
# 40	0.420	120.4	12.0	50.0	50.0		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 900.0 11.1%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	235.0	23.5	73.5	26.5			
< # 200	FONDO	265.0	26.5	100.0	0.0			
FINO		707.0					Coef. Uniformidad Índice de Consistencia	
TOTAL		1,000.0					Coef. Curvatura 2.3	
Descripción suelo:	Arena limo arcillosa con grava						Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

## LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>Nº REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>INGº RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C-1	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

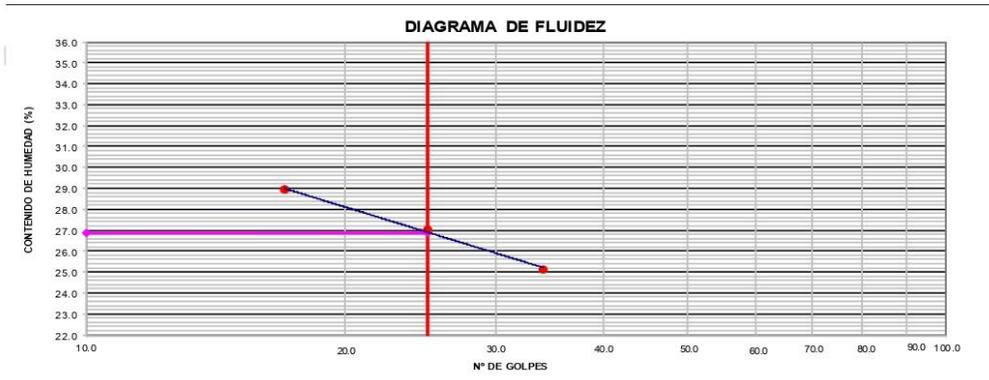
### LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO	5	7	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	61.23	63.12	62.35
TARRO + SUELO SECO	56.90	58.03	56.98
AGUA	4.33	5.09	5.37
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	17.23	18.82	18.54
% DE HUMEDAD	25.13	27.05	28.96
Nº DE GOLPES	34	25	17

### LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	1	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.12	24.56
TARRO + SUELO SECO	23.03	23.10
AGUA	1.09	1.46
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	5.52	7.23
% DE HUMEDAD	19.83	20.19

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.89
LÍMITE PLÁSTICO	20.01
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.88

OBSERVACIONES

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



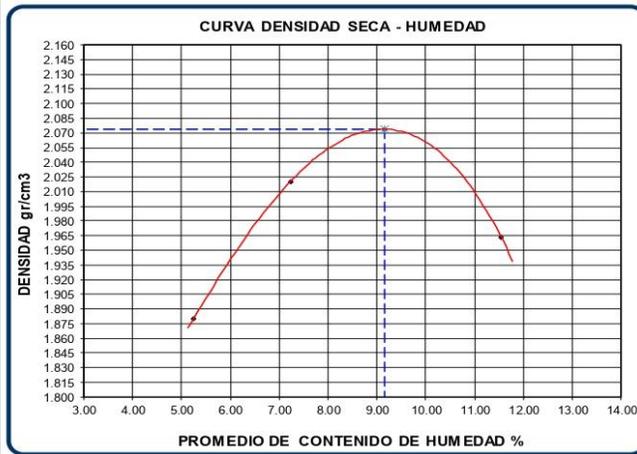
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10610	11006	11210	11055
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4160	4556	4760	4605
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.978</b>	<b>2.166</b>	<b>2.263</b>	<b>2.190</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	475.1	466.3	458.1	448.2
9. Peso del agua	gr	24.9	33.7	41.9	51.8
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	475.1	466.3	458.1	448.2
12. Contenido de humedad	%	5.24	7.23	9.15	11.55
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.24</b>	<b>7.23</b>	<b>9.15</b>	<b>11.55</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.880</b>	<b>2.020</b>	<b>2.074</b>	<b>1.963</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.16%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.074</b>

**Observaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Alfonso B. G.*  
**Alfonso V. Begazo Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % CLORURO DE MAGNESIO  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.074  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.16 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION							
		1		2		3	
		5		5		5	
		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12056	12010	12115	12060	11623	11602
Peso de molde (gr)		7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)		4794	4748	4558	4503	4071	4050
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )		2.266	2.244	2.143	2.117	1.910	1.901
Humedad (%)		9.15	10.23	9.10	10.84	9.12	10.82
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.076</b>	<b>2.036</b>	<b>1.964</b>	<b>1.910</b>	<b>1.750</b>	<b>1.715</b>
Tarro Nº							
Tarro + Suelo húmedo (gr)		500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)		458.10	453.60	458.30	451.10	458.21	451.20
Peso del Agua (gr)		41.90	46.40	41.70	48.90	41.79	48.80
Peso del tarro (gr)							
Peso del suelo seco (gr)		458.10	453.60	458.30	451.10	458.21	451.20
<b>Humedad (%)</b>		<b>9.15</b>	<b>10.23</b>	<b>9.10</b>	<b>10.84</b>	<b>9.12</b>	<b>10.82</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	26.00	0.660	0.6	48.00	1.219	1.1	56.00	1.422	1.2
7/05/2023	08:10:00	48	60.00	1.524	1.3	82.00	2.083	1.8	100.00	2.540	2.2
8/05/2023	08:10:00	96	88.00	2.235	1.9	110.00	2.794	2.4	125.00	3.175	2.7

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		36	5			23	3			18	2		
0.050		61	8			38	5			28	4		
0.075		78	10			56	7			40	5		
0.100	70.5	96	12	12.9	18.3	86	11	9.77	13.9	48	6	6.52	9.3
0.150		131	17			98	13			66	9		
0.200	105.7	165	21	21.5	20.3	118	15	15.72	14.9	88	11	11.08	10.5
0.250		205	27			145	19			102	13		
0.300		235	30			168	22			120	16		
0.350													
0.400													

*Alfonso B.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

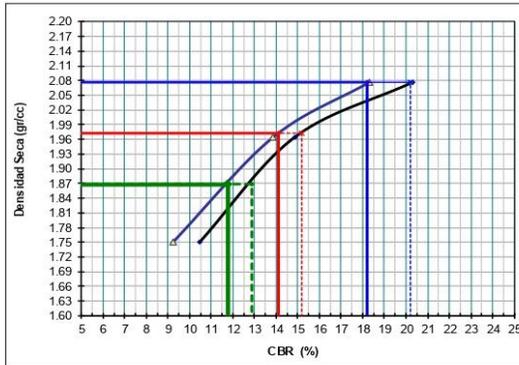
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 Stefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % CLORURO DE MAGNESIO  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-1, M-1  
**FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**CERTIFICADO** : CM-001

### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DEMDS. (%)	0.1":	18.2	0.2":	20.2
C.B.R. AL 95% DEMDS. (%)	0.1":	14.1	0.2":	15.2
C.B.R. AL 90% DEMDS. (%)	0.1":	11.8	0.2":	12.9

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.074	gr/cc
Optimo Humedad	9.16	%

**OBSERVACIONES:**

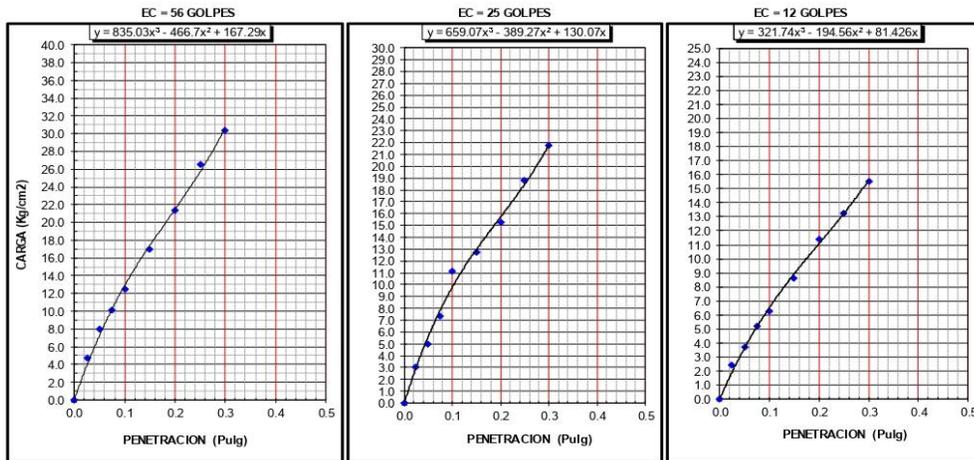
---



---



---



  
**Alejandro V. Begazo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

**RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI**

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo

 CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**INFORME TECNICO**

**ENSAYOS DE SUELOS**

**SOLICITANTE**

**Kevin Jhover Ildfonso Miranda**  
**Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza**

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRAS DE AGREGADOS PRESENTADAS POR EL SOLICITANTE

MAYO DEL 2023

  
Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

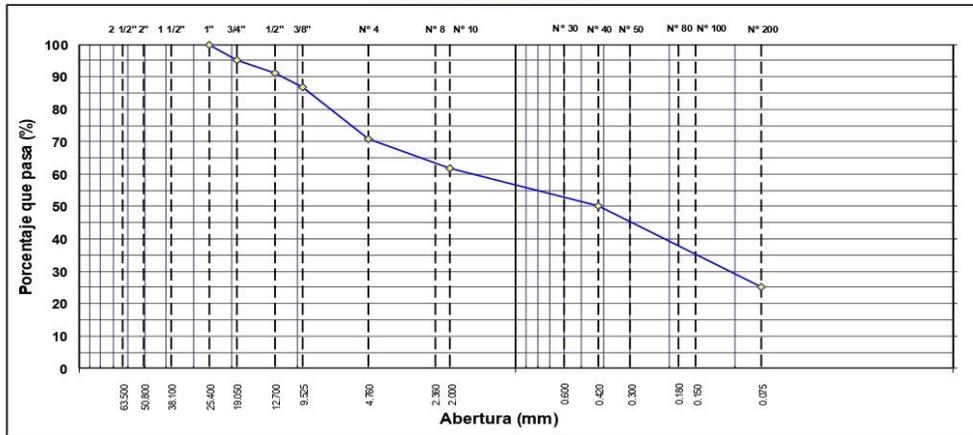
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Idefonso Miranda : Stehany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-2	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 747.8 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 709.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.59 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.38 %	
3/4"	19.050	50.0	5.0	5.0	95.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.21 %	
1/2"	12.700	40.0	4.0	9.0	91.0		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)	
3/8"	9.525	43.0	4.3	13.3	86.7		CLASIF. SUCCS = SC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200	
# 4	4.760	158.0	15.8	29.1	70.9		P.S. Seco: 1000.0 P.S. Lavado: 747.8 % 200: 25.2	
# 8	2.360						% Grava = 29.1 %	
# 10	2.000	90.3	9.0	38.1	61.9		% Arena = 45.7 %	
# 30	0.600						% Fino = 25.2 %	
# 40	0.420	115.2	11.5	49.7	50.4		% HUMEDAD	
# 50	0.300						P.S.H. 1000.0 P.S.S. 885.6 % Humedad: 12.9%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	251.3	25.1	74.8	25.2			
< # 200	FONDO	252.2	25.2	100.0	0.0			
FINO		709.0					Coef. Uniformidad	
TOTAL		1,000.0					Índice de Co resistencia	
Descripción suelo: Arena arcillosa con grava							Coef. Curvatura	2.0
							Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso V. Begazo Girardo*  
Alfonso V. Begazo Girardo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo

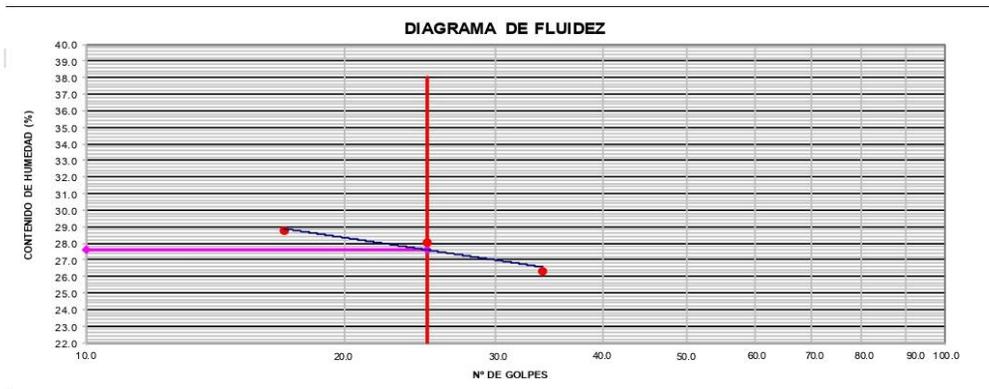


CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

LÍMITES DE ATTERBERG		MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90	
<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERREÑO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 2	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	63.15	65.23	64.31	
TARRO + SUELO SECO	58.26	59.53	58.53	
AGUA	4.89	5.70	5.78	
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44	
PESO DEL SUELO SECO	18.59	20.32	20.09	
% DE HUMEDAD	26.30	28.05	28.77	
N° DE GOLPES	34	25	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	10	12		
TARRO + SUELO HÚMEDO	29.67	30.16		
TARRO + SUELO SECO	27.60	27.76		
AGUA	2.07	2.41		
PESO DEL TARRO	17.51	15.87		
PESO DEL SUELO SECO	10.09	11.89		
% DE HUMEDAD	20.52	20.24		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.59
LÍMITE PLÁSTICO	20.38
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.21

OBSERVACIONES

*Alexander B. G.*  
**Alexander V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



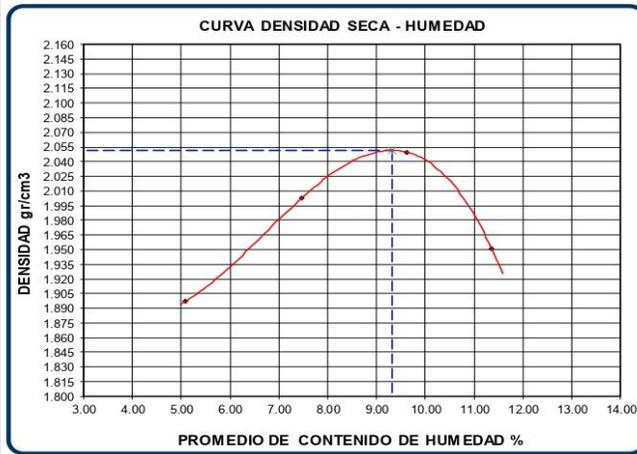
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 : Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-2, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10642	10975	11175	11020
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4192	4525	4725	4570
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.993</b>	<b>2.152</b>	<b>2.247</b>	<b>2.173</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	475.8	465.3	456.1	449.0
9. Peso del agua	gr	24.2	34.7	43.9	51.0
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	475.8	465.3	456.1	449.0
12. Contenido de humedad	%	5.09	7.46	9.63	11.36
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>5.09</b>	<b>7.46</b>	<b>9.63</b>	<b>11.36</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.897</b>	<b>2.002</b>	<b>2.050</b>	<b>1.951</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.32%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.052</b>

**Observaciones:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Alexander B. G.*  
**Alexandro V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Idefonso Miranda  
: Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F. L. G.  
**REVISADO POR** : A. B. G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.052  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.32 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12016	11963	11945	11910	11680	11613
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4754	4701	4388	4353	4128	4061
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.247	2.222	2.063	2.047	1.937	1.906
Humedad (%)	9.39	10.47	9.34	11.06	9.34	10.08
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.054</b>	<b>2.011</b>	<b>1.887</b>	<b>1.843</b>	<b>1.772</b>	<b>1.731</b>
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	457.10	452.60	457.30	450.20	457.30	454.20
Peso del Agua (gr)	42.90	47.40	42.70	49.80	42.70	45.80
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	457.10	452.60	457.30	450.20	457.30	454.20
<b>Humedad (%)</b>	<b>9.39</b>	<b>10.47</b>	<b>9.34</b>	<b>11.06</b>	<b>9.34</b>	<b>10.08</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	28.00	0.711	0.6	56.00	1.422	1.2	63.00	1.600	1.4
7/05/2023	08:10:00	48	68.00	1.727	1.5	93.00	2.362	2.0	102.00	2.591	2.2
8/05/2023	08:10:00	96	99.00	2.515	2.2	118.00	2.997	2.6	138.00	3.505	3.0

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		30	4			24	3			13	2		
0.050		45	6			33	4			24	3		
0.075		62	8			46	6			36	5		
0.100	70.5	79	10	10.1	14.3	61	8	7.95	11.3	53	7	6.23	8.8
0.150		100	13			84	11			63	8		
0.200	105.7	135	17	17.3	16.3	110	14	13.93	13.2	81	11	10.45	9.9
0.250		175	23			135	17			94	12		
0.300		230	30			180	23			109	14		
0.350													
0.400													

*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begoza Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

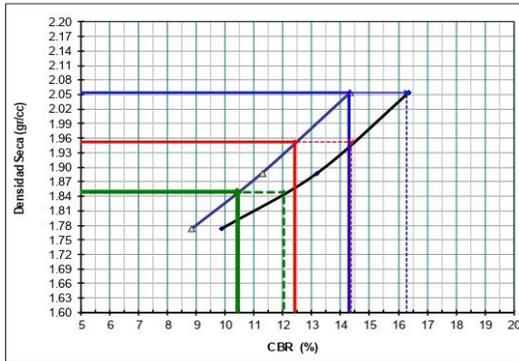
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R. )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda  
: Stefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

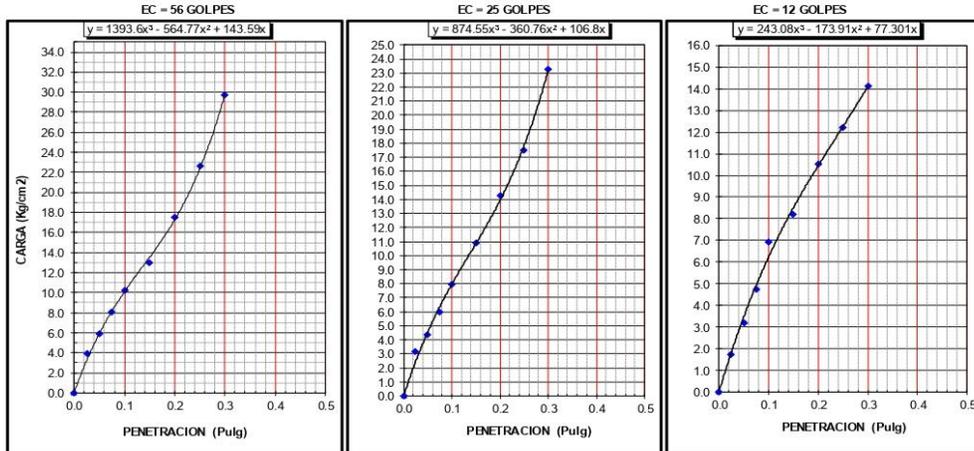
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.3	0.2":	16.3
C.B.R AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.4	0.2":	14.4
C.B.R AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.4	0.2":	12.0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.052	gr/cc
Optimo Humedad	9.32	%

**OBSERVACIONES:**



**Alejandro V. Begazzo Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo

CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

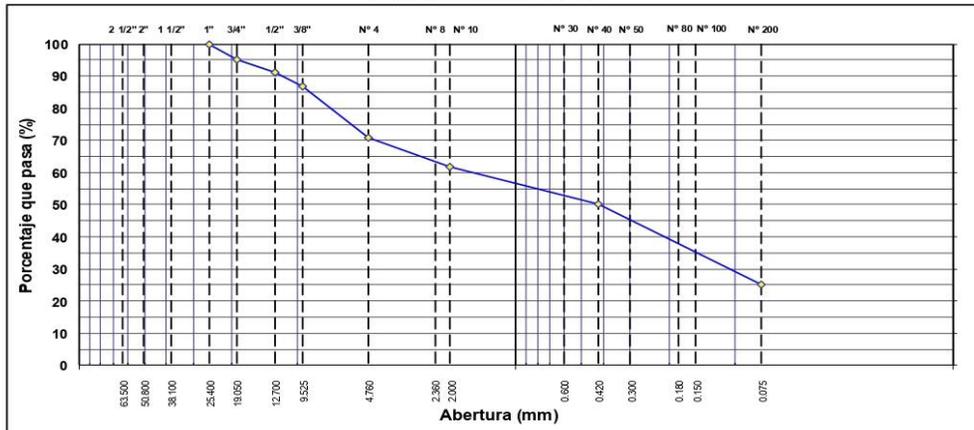
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin Jhoyer Idefonso Miranda : Steffany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-2	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 747.8 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 709.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 26.94 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 19.76 %	
3/4"	19.050	50.0	5.0	5.0	95.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 7.08 %	
1/2"	12.700	40.0	4.0	9.0	91.0		CLASF. AASHTO = A-2.4 (0)	
3/8"	9.525	43.0	4.3	13.3	86.7		CLASF. SUCCS = SC	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 : P.S. Seco : P.S. Lavado : % 200	
# 4	4.760	158.0	15.8	29.1	70.9		1000.0 747.8 25.2	
# 8	2.360						% Grava = 29.1 %	
# 10	2.000	90.3	9.0	38.1	61.9		% Arena = 45.7 %	
# 30	0.600						% Fino = 25.2 %	
# 40	0.420	115.2	11.5	49.7	50.4		% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 885.6 12.9%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	251.3	25.1	74.8	25.2			
< # 200	FONDO	252.2	25.2	100.0	0.0			
FINO		709.0					Coef. Uniformidad	
TOTAL		1,000.0					Índice de Consistencia	
Descripción suelo: Arena arcillosa con grava								2.0
							Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begoza Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



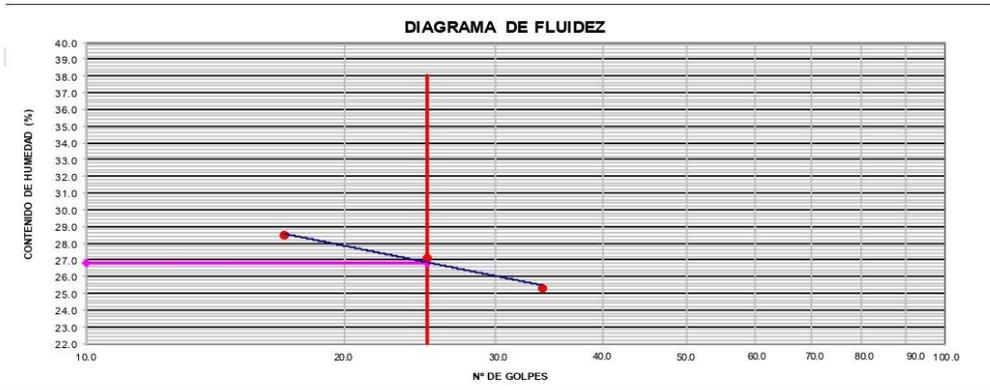
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 2	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	62.14	66.12	65.31	
TARRO + SUELO SECO	57.60	60.38	59.35	
AGUA	4.54	5.74	5.96	
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44	
PESO DEL SUELO SECO	17.93	21.17	20.91	
% DE HUMEDAD	25.32	27.11	28.50	
N° DE GOLFES	34	25	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	30.12	29.68		
TARRO + SUELO SECO	28.05	27.39		
AGUA	2.07	2.29		
PESO DEL TARRO	17.51	15.87		
PESO DEL SUELO SECO	10.54	11.52		
% DE HUMEDAD	19.64	19.89		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.84
LÍMITE PLÁSTICO	19.76
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.08

OBSERVACIONES

  
**Alejandro V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



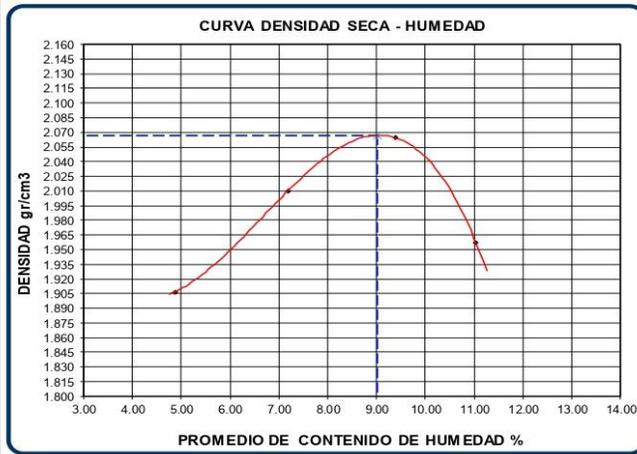
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 : Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-2, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10655	10981	11199	11021
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4205	4531	4749	4571
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	gr/cc	<b>2.000</b>	<b>2.155</b>	<b>2.258</b>	<b>2.174</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	476.8	466.5	457.1	450.3
9. Peso del agua	gr	23.2	33.5	42.9	49.7
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	476.8	466.5	457.1	450.3
12. Contenido de humedad	%	4.87	7.18	9.39	11.04
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	%	<b>4.87</b>	<b>7.18</b>	<b>9.39</b>	<b>11.04</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	gr/cc	<b>1.907</b>	<b>2.010</b>	<b>2.064</b>	<b>1.958</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.03%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.067</b>

**Observaciones:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Alexander B. G.*  
**Alexandro V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 : Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA : 2.067  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.03 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
Molde Nº	1		2		3	
	5		5		5	
Nº Capa	56		25		12	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12043	11971	11956	11915	11697	11623
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4781	4709	4399	4358	4145	4071
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.259	2.225	2.068	2.049	1.945	1.910
Humedad (%)	9.12	10.47	9.03	11.06	9.00	10.08
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>2.070</b>	<b>2.014</b>	<b>1.897</b>	<b>1.845</b>	<b>1.784</b>	<b>1.735</b>
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	458.20	452.60	458.60	450.20	458.70	454.20
Peso del Agua (gr)	41.80	47.40	41.40	49.80	41.30	45.80
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	458.20	452.60	458.60	450.20	458.70	454.20
<b>Humedad (%)</b>	<b>9.12</b>	<b>10.47</b>	<b>9.03</b>	<b>11.06</b>	<b>9.00</b>	<b>10.08</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	24.00	0.610	0.5	53.00	1.346	1.2	60.00	1.524	1.3
7/05/2023	08:10:00	48	61.00	1.549	1.3	89.00	2.261	2.0	96.00	2.438	2.1
8/05/2023	08:10:00	96	91.00	2.311	2.0	111.00	2.819	2.4	125.00	3.175	2.7

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		33	4			24	3			22	3		
0.050		59	7			41	5			31	4		
0.075		66	9			58	8			44	6		
0.100	70.5	81	11	10.8	15.4	73	9	9.39	13.3	58	8	7.61	10.8
0.150		111	14			96	12			82	11		
0.200	105.7	141	18	18.2	17.2	130	17	16.63	15.7	107	14	13.58	12.9
0.250		181	23			168	22			131	17		
0.300		236	31			223	29			173	22		
0.350													
0.400													

*Alfonso B. G.*  
 Alejandro V. Begoza Girado  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo

CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

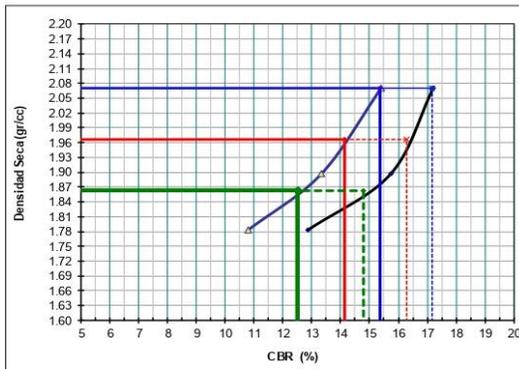
**ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>PROYECTO</b> :	"Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"		
<b>SOLICITANTES</b> :	Kevin Jhoyer Ildefonso Miranda	<b>TECNICO</b> : F.L.G.	
	Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza	<b>REVISADO POR</b> : A.B.G.	
<b>MUESTRA</b> :	TERRENO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO		
<b>CALICATA</b> :	C-2, M-1	<b>FECHA</b> : May-23	
<b>PROF.</b> :	0.00 - 1.50	<b>CERTIFICADO</b> : CM-001	

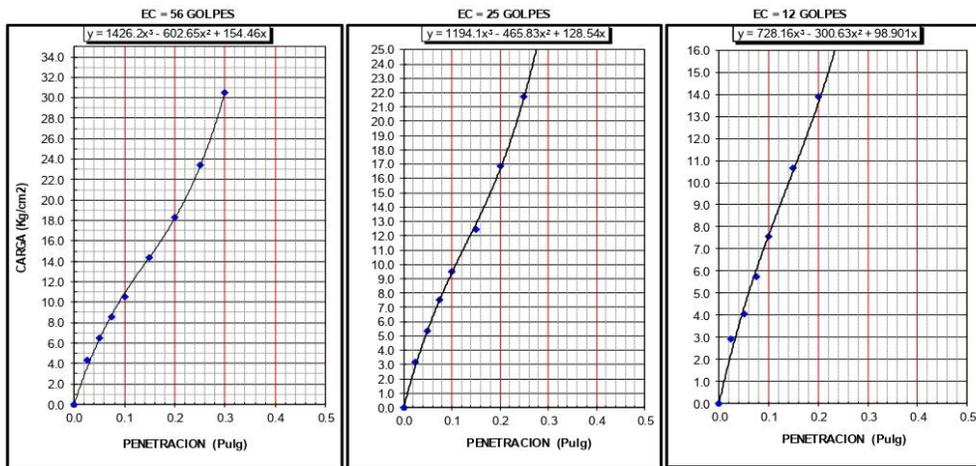
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.4	0.2":	17.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.1	0.2":	16.3
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.5	0.2":	14.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.067	gr/cc
Optimo Humedad	9.03	%

**OBSERVACIONES:**



*Alfonso V. Begoza Girado*  
Alfonso V. Begoza Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

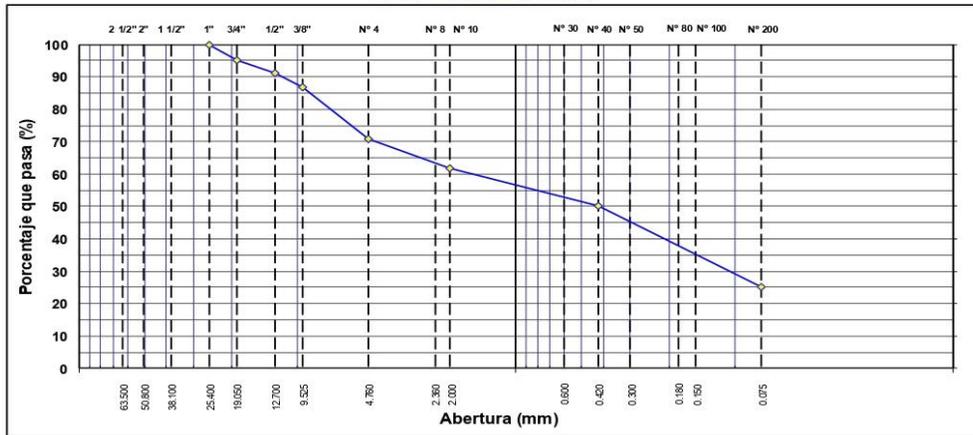
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Idefonso Miranda : Sthefany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-2	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 747.8 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 709.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.13 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.23 %	
3/4"	19.050	50.0	5.0	5.0	95.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 6.90 %	
1/2"	12.700	40.0	4.0	9.0	91.0		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)	
3/8"	9.525	43.0	4.3	13.3	86.7		CLASIF. SUCCS = SC - SM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado. % 200	
# 4	4.760	158.0	15.8	29.1	70.9		1000.0 747.8 25.2	
# 8	2.360						% Grava = 29.1 %	
# 10	2.000	90.3	9.0	38.1	61.9		% Arena = 45.7 %	
# 30	0.600						% Fino = 25.2 %	
# 40	0.420	115.2	11.5	49.7	50.4		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 885.6 12.9%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	251.3	25.1	74.8	25.2			
< # 200	FONDO	252.2	25.2	100.0	0.0			
FINO		709.0					Coef. Uniformidad	
TOTAL		1,000.0					Índice de Co resistencia	
Descripción suelo: Arena limo arcillosa con grava							Coef. Curvatura	2.1
							Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begoza Girardo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

### LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C- 2	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

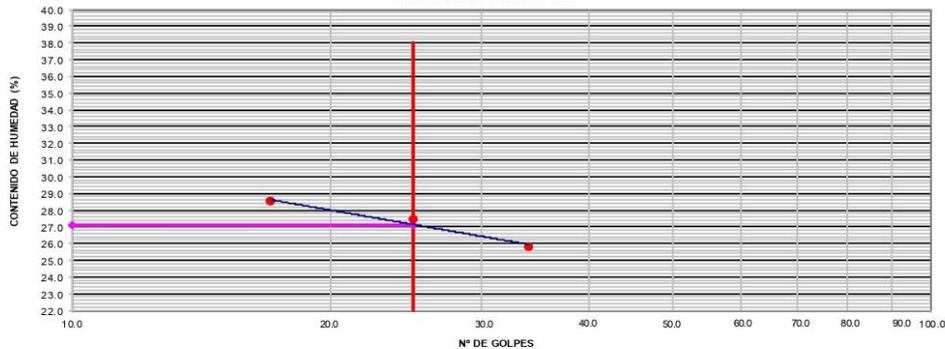
#### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	10	11	12
TARRO + SUELO HÚMEDO	60.21	65.32	64.53
TARRO + SUELO SECO	56.00	59.70	58.73
AGUA	4.21	5.62	5.80
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	16.33	20.49	20.29
% DE HUMEDAD	25.78	27.43	28.56
N° DE GOLPES	34	25	17

#### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	3	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.54	28.63
TARRO + SUELO SECO	26.68	26.49
AGUA	1.86	2.14
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	9.17	10.62
% DE HUMEDAD	20.26	20.20

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.13
LÍMITE PLÁSTICO	20.23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.90

OBSERVACIONES

*Alexander B.G.*  
**Alexander V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



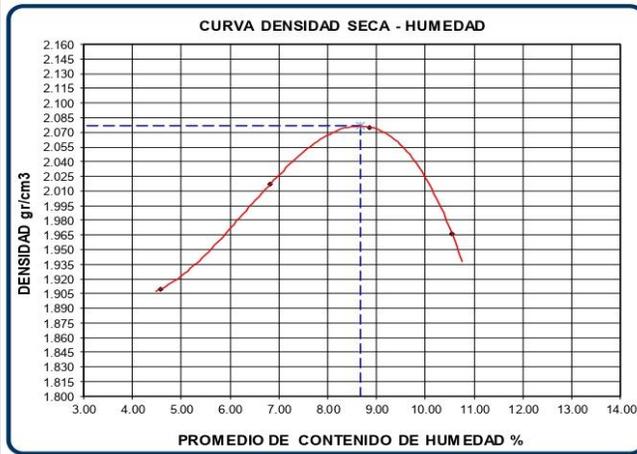
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Shefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-2, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10650	10980	11201	11022
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4200	4530	4751	4572
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	gr/cc	<b>1.997</b>	<b>2.154</b>	<b>2.259</b>	<b>2.174</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	478.1	468.1	459.3	452.3
9. Peso del agua	gr	21.9	31.9	40.7	47.7
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	478.1	468.1	459.3	452.3
12. Contenido de humedad	%	4.58	6.81	8.86	10.55
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	%	<b>4.58</b>	<b>6.81</b>	<b>8.86</b>	<b>10.55</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	gr/cc	<b>1.910</b>	<b>2.017</b>	<b>2.075</b>	<b>1.967</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>8.67%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.076</b>

**Observaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Alexander B. G.*  
**Alexandro V. Begoza Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
 : Stiefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA : 2.076  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.67 %

**ENSAJO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12043	11971	11956	11915	11697	11623
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4781	4709	4399	4358	4145	4071
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.259	2.225	2.068	2.049	1.945	1.910
Humedad (%)	8.86	10.57	8.84	10.82	8.81	9.75
<b>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.075</b>	<b>2.012</b>	<b>1.900</b>	<b>1.849</b>	<b>1.788</b>	<b>1.740</b>
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	459.30	452.20	459.40	451.20	459.50	455.60
Peso del Agua (gr)	40.70	47.80	40.60	48.80	40.50	44.40
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	459.30	452.20	459.40	451.20	459.50	455.60
<b>Humedad (%)</b>	<b>8.86</b>	<b>10.57</b>	<b>8.84</b>	<b>10.82</b>	<b>8.81</b>	<b>9.75</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	24.00	0.610	0.5	53.00	1.346	1.2	60.00	1.524	1.3
7/05/2023	08:10:00	48	61.00	1.549	1.3	89.00	2.261	2.0	96.00	2.438	2.1
8/05/2023	08:10:00	96	91.00	2.311	2.0	111.00	2.819	2.4	125.00	3.175	2.7

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		40	5			35	5			25	3		
0.050		65	8			52	7			41	5		
0.075		85	11			62	8			59	8		
0.100	70.5	105	14	14.0	19.9	81	11	10.81	15.3	73	9	9.47	13.4
0.150		141	18			111	14			97	13		
0.200	105.7	187	24	24.0	22.7	142	18	18.20	17.2	130	17	16.64	15.7
0.250		232	30			181	23			168	22		
0.300		268	35			238	31			224	29		
0.350													
0.400													

*Alfonso B.G.*  
 Alfonso V. Begoza Girado  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

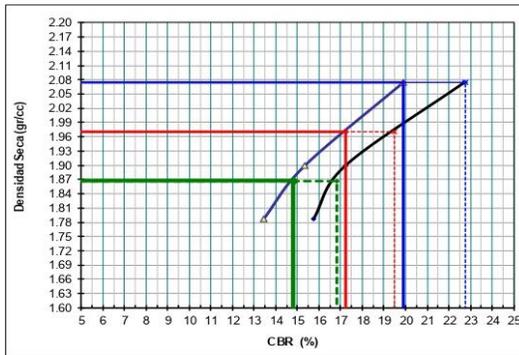
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R. )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>PROYECTO</b> : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TECNICO</b> : F.L.G.
<b>SOLICITANTES</b> : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda : Stefany Katherine Rodríguez Mendoza	<b>REVISADO POR</b> : A.B.G.
<b>MUESTRA</b> : TERRENO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>FECHA</b> : May-23
<b>CALICATA</b> : C-2, M-1	<b>CERTIFICADO</b> : CM-001
<b>PROF.</b> : 0.00 - 1.50	

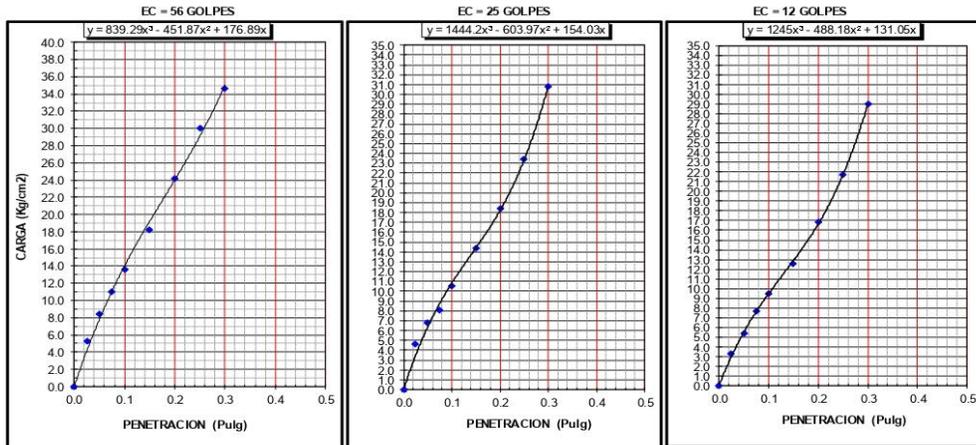
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	19.9	0.2":	22.8
C.B.R. AL 95% DEM.D.S. (%)	0.1":	17.2	0.2":	19.5
C.B.R. AL 90% DEM.D.S. (%)	0.1":	14.8	0.2":	16.8

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.076	gr/cc
Optimo Humedad	8.67	%

OBSERVACIONES:



  
**Alejandro V. Begoza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

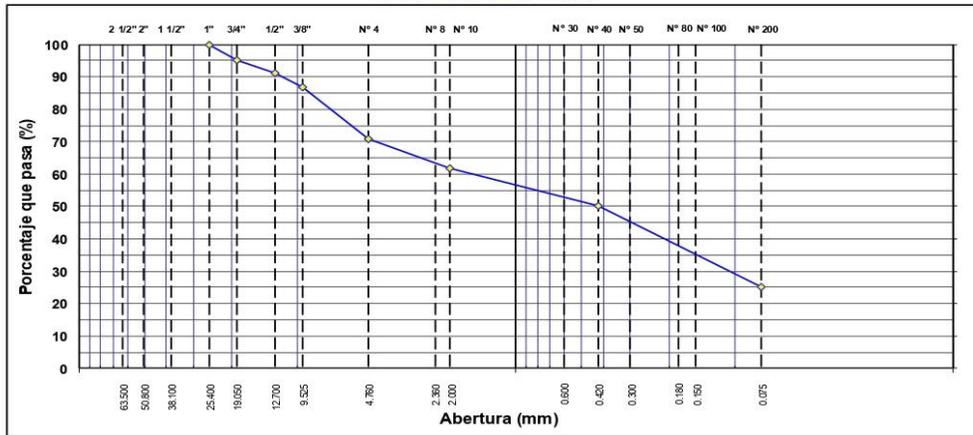
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	: "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado : incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	Nº REGISTRO	: 1
SOLICITANTES	: Kevin jhoyer Idefonso Miranda : Stehany Katherine Rodriguez Mendoza	TÉCNICO	: F.L.G.
MATERIAL	: TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO	INGº RESP.	: A.B.G.
CALICATA	: C-2	FECHA	: May-23
MUESTRA	: M-1		
PROFUND.	: 0.00 - 1.50		

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr	
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 747.8 gr	
2"	50.800						PESO FINO = 709.0 gr	
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 27.23 %	
1"	25.400				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 20.26 %	
3/4"	19.050	50.0	5.0	5.0	95.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 6.97 %	
1/2"	12.700	40.0	4.0	9.0	91.0		CLASIF. AASHTO = A-2.4 (0)	
3/8"	9.525	43.0	4.3	13.3	86.7		CLASIF. SUCCS = SC - SM	
1/4"	6.350						Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado. % 200	
# 4	4.760	158.0	15.8	29.1	70.9		1000.0 747.8 25.2	
# 8	2.360						% Grava = 29.1 %	
# 10	2.000	90.3	9.0	38.1	61.9		% Arena = 45.7 %	
# 30	0.600						% Fino = 25.2 %	
# 40	0.420	115.2	11.5	49.7	50.4		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad	
# 50	0.300						1000.0 885.6 12.9%	
# 80	0.180						OBSERVACIONES:	
# 100	0.150							
# 200	0.075	251.3	25.1	74.8	25.2			
< # 200	FONDO	252.2	25.2	100.0	0.0			
FINO		709.0					Coef. Uniformidad	
TOTAL		1,000.0					Índice de Co resistencia	
Descripción suelo: Arena limo arcillosa con grava							Coef. Curvatura	2.1
							Pot. de Expansión	Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begazo Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LÍMITES DE ATTERBERG**

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

<b>OBRA</b>	: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado"	<b>N° REGISTRO</b>	: 1
<b>TRAMO</b>	: incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"	<b>TÉCNICO</b>	: F.L.G.
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO	<b>ING° RESP.</b>	: A.B.G.
<b>CALICATA</b>	: C-2	<b>FECHA</b>	: May-23
<b>MUESTRA</b>	: M-1		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 1.50		

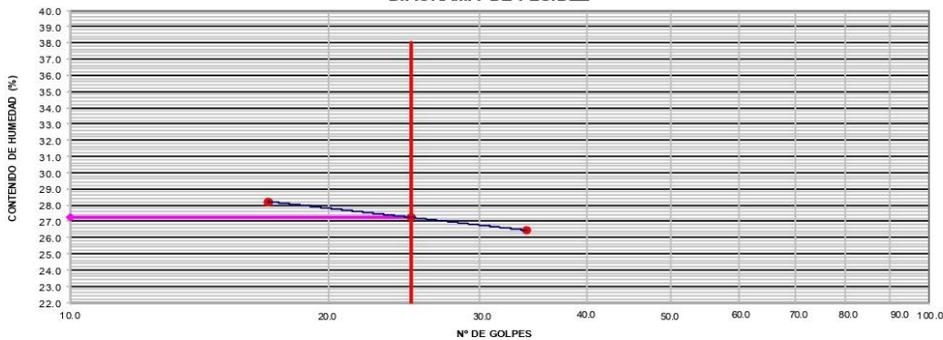
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	3	5	7
TARRO + SUELO HÚMEDO	60.57	65.41	64.66
TARRO + SUELO SECO	56.20	59.80	58.89
AGUA	4.37	5.61	5.77
PESO DEL TARRO	39.67	39.21	38.44
PESO DEL SUELO SECO	16.53	20.59	20.45
% DE HUMEDAD	26.44	27.25	28.22
N° DE GOLPES	34	25	17

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	11	9
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.55	28.64
TARRO + SUELO SECO	26.69	26.49
AGUA	1.86	2.15
PESO DEL TARRO	17.51	15.87
PESO DEL SUELO SECO	9.18	10.62
% DE HUMEDAD	20.26	20.27

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.23
LÍMITE PLÁSTICO	20.26
INDICE DE PLASTICIDAD	6.97

OBSERVACIONES

*Alexander B*  
**Alexandro V. Begoza Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



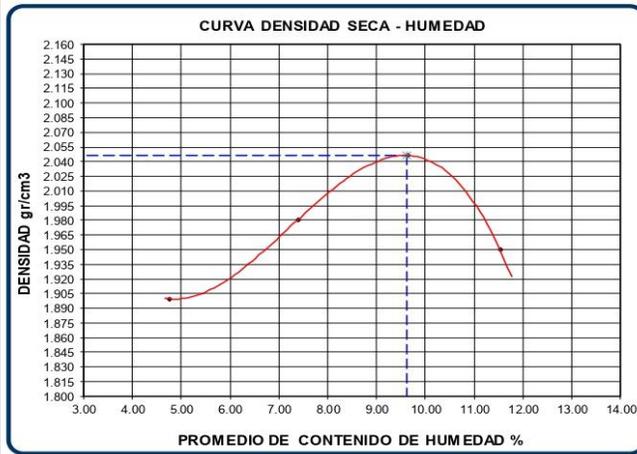
CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Ildelfonso Miranda  
: Stefany Katherine Rodríguez Mendoza **TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO **REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-2, M-1 **FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50 **CERTIFICADO** : CM-001

<b>Metodo de compactacion</b>		<b>C</b>			
<b>Numero de golpes</b>		<b>56</b>			
<b>Numero de capas</b>		<b>5</b>			
<b>CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA</b>					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10635	10923	11168	11023
2. Peso del molde	gr	6450	6450	6450	6450
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4185	4473	4718	4573
<b>5. Densidad suelo humedo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.990</b>	<b>2.127</b>	<b>2.243</b>	<b>2.175</b>
<b>CALCULO DE HUMEDAD</b>					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	477.3	465.6	456.0	448.3
9. Peso del agua	gr	22.7	34.4	44.0	51.7
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	477.3	465.6	456.0	448.3
12. Contenido de humedad	%	4.76	7.39	9.65	11.53
<b>13. Promedio de cont. de humedad</b>	<b>%</b>	<b>4.76</b>	<b>7.39</b>	<b>9.65</b>	<b>11.53</b>
<b>CALCULO DE DENSIDAD SECA</b>					
<b>14. Densidad seca del suelo</b>	<b>gr/cc</b>	<b>1.900</b>	<b>1.981</b>	<b>2.046</b>	<b>1.950</b>



<b>RESULTADOS</b>	
<b>Humedad optima</b>	<b>9.61%</b>
<b>Densidad Maxima</b>	<b>2.046</b>

**Observaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Alexander B. G.*  
**Alexandro V. Begoza Girado**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Idefonso Miranda  
: Sthefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**PROF.** : 0.00 - 1.50

**TECNICO** : F.L.G.  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**FECHA** : May-23  
**CERTIFICADO** : CM-001

**DATOS DEL PROCTOR**  
MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.046  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 9.61 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)**

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

COMPACTACION						
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12006	11964	11950	11910	11686	11620
Peso de molde (gr)	7262	7262	7557	7557	7552	7552
Peso del suelo húmedo (gr)	4744	4702	4393	4353	4134	4068
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2127	2127	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.242	2.222	2.065	2.047	1.940	1.909
Humedad (%)	9.58	10.82	9.63	10.79	9.58	9.87
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	<b>2.046</b>	<b>2.005</b>	<b>1.884</b>	<b>1.848</b>	<b>1.770</b>	<b>1.738</b>
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Tarro + Suelo seco (gr)	456.30	451.20	456.10	451.30	456.30	455.10
Peso del Agua (gr)	43.70	48.80	43.90	48.70	43.70	44.90
Peso del tarro (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	456.30	451.20	456.10	451.30	456.30	455.10
<b>Humedad (%)</b>	<b>9.58</b>	<b>10.82</b>	<b>9.63</b>	<b>10.79</b>	<b>9.58</b>	<b>9.87</b>

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/05/2023	08:10:00	0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
6/05/2023	08:10:00	24	25.00	0.635	0.5	55.00	1.397	1.2	63.00	1.600	1.4
7/05/2023	08:10:00	48	63.00	1.600	1.4	96.00	2.438	2.1	98.00	2.489	2.2
8/05/2023	08:10:00	96	95.00	2.413	2.1	115.00	2.921	2.5	128.00	3.251	2.8

PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		34	4			23	3			20	3		
0.050		51	7			37	5			31	4		
0.075		61	8			50	7			50	7		
0.100	70.5	80	10	10.7	15.2	68	9	8.77	12.4	63	8	8.02	11.4
0.150		111	14			96	12			85	11		
0.200	105.7	142	18	18.2	17.2	120	16	15.74	14.9	111	14	14.54	13.8
0.250		181	23			155	20			146	19		
0.300		238	31			198	26			186	24		
0.350													
0.400													

*Alfonso B. G.*  
Alfonso V. Begoza Girado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

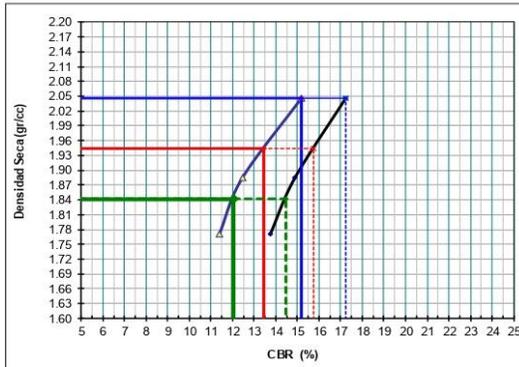
## ENSAYO VALOR DE SOPORTE ( C.B.R )

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "Estabilizacion de suelos y mitigacion de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"  
**SOLICITANTES** : Kevin Jhoyer Idefonso Miranda  
 Stefany Katherine Rodríguez Mendoza  
**TECNICO** : F.L.G.  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO  
**REVISADO POR** : A.B.G.  
**CALICATA** : C-2, M-1  
**FECHA** : May-23  
**PROF.** : 0.00 - 1.50  
**CERTIFICADO** : CM-001

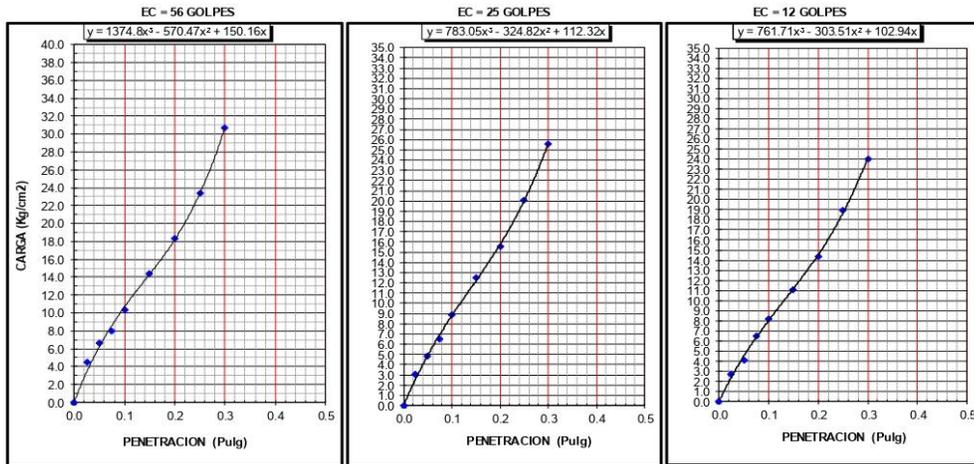
### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.2	0.2":	17.2
C.B.R AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.4	0.2":	15.8
C.B.R AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.0	0.2":	14.5

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.046	gr/cc
Optimo Humedad	9.61	%

OBSERVACIONES:



**Alejandro V. Begazza Girado**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL

CALICATA: C1 – M1

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	6.7

*Alfonso B.*  
 Alejandro Y. Begazo Giraldo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C1 – M1

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	7.3

  
Alejandro V. Begazzo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 6 % DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C1 – M1

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	8.2

  
Alejandro Y. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 9 % DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C1 – M1

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	8.9



Alejandro V. Begazzo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 12 % DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C1 – M1

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	9.7



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado  
incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL

CALICATA: C2 – M2

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	6.8



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C2 – M2

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	7.3



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI Nº 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote Nº 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 6% DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C2 – M2

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	8.3



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 9% DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C2 – M2

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	8.8



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

TESIS: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentado incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo"

MUESTRA: SUELO NATURAL + 12% DE CLORURO DE MAGNESIO

CALICATA: C2 – M2

FECHA: MAYO 2023

ENSAYO DETERMINACION DE PH DE SUELOS (NTP 339.176)

ITEM	NORMA	PH
1	NTP 339.176	9.7



Alejandro V. Begazo Giraldo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 139180

RESOLUCIÓN DE INDECOPI N° 007971 – 2022/DSD INDECOPI

Urb. Covicorti Mz. A2 - Lote N° 28 - Trujillo



CLARO: 949172510 ENTEL: 990282012, frankling\_267@hotmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



## REPORTE DE ANÁLISIS

<b>SOLICITANTE</b>	RODRIGUEZ MENDOZA STEHFANY KATHERINE ILDEFONSO MIRANDA KEVIN JHOVER
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y MITIGACIÓN DE POLVO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS INCORPORANDO CLORURO DE MAGNESIO EN LAREDO, TRUJILLO
<b>FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS</b>	05 DE JUNIO DEL 2023
<b>DESCRIPCION</b>	MEDICION DE PARTICULAS PM10 A TRAMO SIN ESTABILIZAR
<b>LONGITUD DE MEDICION</b>	80 METROS DE LA CALLE VENEZUELA EN EL CP LA MERCED ETAPA III SECTOR B DEL DISTRITO DE LAREDO - TRUJILLO.

### UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

PUNTOS	UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	Coordenadas UTM Sistema PSAD 56	
			Norte	Este
Pa-01	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	05/06/2023	W 78° 57'9"	S 8° 4'51"
Pa-02	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	05/06/2023	W 78° 57'8"	S 8° 4'52"
Pa-03	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	06/06/2023	W 78° 57'9"	S 8° 4'51"
Pa-04	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	06/06/2023	W 78° 57'8"	S 8° 4'52"
Pa-05	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	07/06/2023	W 78° 57'9"	S 8° 4'51"
Pa-06	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	07/06/2023	W 78° 57'8"	S 8° 4'52"

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AIRE

ESTACIONES DE MONITOREO		ANÁLISIS DE LABORATORIO
Punto de Control	Descripción	PM-10 (ug/m <sup>3</sup> )
Pa-01	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	113.94
Pa-02	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	114.73
Pa-03	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	113.56
Pa-04	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	114.11
Pa-05	INICIO DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	112.99
Pa-06	FIN DE TRAMO SIN ESTABILIZAR	113.79
MÉTODOS DE ENSAYO		
<b>Material Particulado PM 10</b>	EPA, Method IO 3.1, 1999, Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air, Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.	Mg/L
<b>EQUIPO</b>	MEDIDOR DE CAUDAL, MODELO: PQ200, MARCA: BGI MESALABS	

**CONCLUSION:** Según los resultados obtenidos del tramo sin estabilizar, las mediciones de aire efectuado en CALLE VENEZUELA EN EL CP LA MERCED ETAPA III SECTOR B DEL DISTRITO DE LAREDO - TRUJILLO, no cumple con el D.S. N° 074-2001 PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire) y el D.S. 003-2017 MINAM (Estándares de Calidad de Aire).

TRUJILLO, 09 DE JUNIO DEL 2023



**AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBÓN - CAL**

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



## REPORTE DE ANÁLISIS

<b>SOLICITANTE</b>	RODRIGUEZ MENDOZA STEHFANY KATHERINE ILDEFONSO MIRANDA KEVIN JHOVER
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y MITITACIÓN DE POLVO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS INCORPORANDO CLORURO DE MAGNESIO EN LAREDO, TRUJILLO
<b>FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS</b>	05 DE JUNIO DEL 2023
<b>DESCRIPCION</b>	MEDICION DE PARTICULAS PM10 A TRAMO ESTABILIZADO CON CLORURO DE MAGNESIO
<b>LONGITUD DE MEDICION</b>	10 METROS DE LA CALLE VENEZUELA EN EL CP LA MERCED ETAPA III SECTOR B DEL DISTRITO DE LAREDO – TRUJILLO.

### UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

PUNTOS	UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	Coordenadas UTM Sistema PSAD 56	
			Norte	Este
Pa-01	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	05/06/2023	W 78° 57'6"	S 8° 4'50"
Pa-02	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	05/06/2023	W 78° 57'5"	S 8° 4'51"
Pa-03	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	06/06/2023	W 78° 57'6"	S 8° 4'50"
Pa-04	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	06/06/2023	W 78° 57'5"	S 8° 4'51"
Pa-05	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	07/06/2023	W 78° 57'6"	S 8° 4'50"
Pa-06	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	07/06/2023	W 78° 57'5"	S 8° 4'51"

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AIRE

ESTACIONES DE MONITOREO		ANÁLISIS DE LABORATORIO
Punto de Control	Descripción	PM-10 (µg/m³)
Pa-01	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	28.91
Pa-02	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	29.82
Pa-03	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	29.32
Pa-04	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	29.12
Pa-05	INICIO DE TRAMO ESTABILIZADO	28.93
Pa-06	FIN DE TRAMO ESTABILIZADO	30.33
MÉTODOS DE ENSAYO		
<b>Material</b> Particulado PM 10	EPA, Method IO 3.1, 1999, Compendium of methods for the determination of inorganic compounds in ambient air, Selection, Preparation and Extraction of Filter Material.	Mg/L
<b>EQUIPO</b>	MEDIDOR DE CAUDAL, MODELO: PQ200, MARCA: BGI MESALABS	

**CONCLUSION:** Según los resultados obtenidos del tramo estabilizado, las mediciones de aire efectuado en CALLE VENEZUELA EN EL CP LA MERCED ETAPA III SECTOR B DEL DISTRITO DE LAREDO – TRUJILLO, cumple con el D.S. N° 074-2001 PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire) y el D.S. 003-2017 MINAM (Estándares de Calidad de Aire).

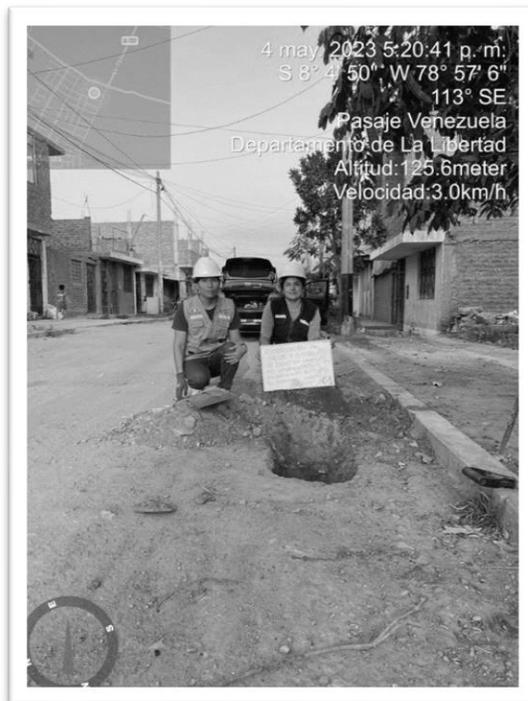
TRUJILLO, 09 DE JUNIO DEL 2023

*[Firma manuscrita]*  
**INGENIERO QUÍMICO**  
 CIP 122588

**AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBON - CAL**

CELULAR: 944 077 288 – 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

## Panel Fotográfico



*Excavación para obtener muestras en la calicata 1*



*Excavación para obtener muestras en la calicata 2*



*En la bandeja se muestra el cloruro de magnesio*



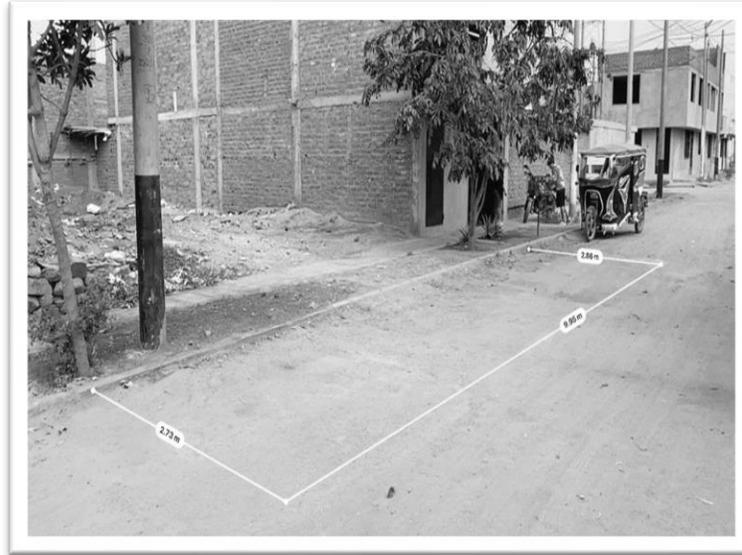
*En la bandeja se muestra el cloruro de magnesio*



*Cuchara Casagrande*



*Ambiente principal del laboratorio*



*Área a estabilizar con cloruro*



*Iniciando con la limpieza del área a trabajar*



*Área estabilizada con cloruro*



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, ORDINOLA LUNA EFRAIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelos y mitigación de polvo en caminos no pavimentados incorporando cloruro de magnesio en Laredo, Trujillo", cuyos autores son ILDEFONSO MIRANDA KEVIN JHOVER, RODRIGUEZ MENDOZA STHEFANY KATHERINE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 04 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ORDINOLA LUNA EFRAIN <b>DNI:</b> 10760266 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5358-4607	Firmado electrónicamente por: EORDINOLAL el 24- 07-2023 19:33:20

Código documento Trilce: TRI - 0570003