



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Pavimento flexible con adición de cloruro de sodio a la base como
estabilizante, Av. San Nicolas, Lima - 2022

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

AUTOR:

Angulo Torres, Cristian Gonzalo (orcid.org/0000-0002-0895-3725)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi madre, por darme la mejor educación y enseñarme que todas las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar para lograr los objetivos de la vida.

También a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por la formación impartida y ética profesional transmitida.

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a la universidad cesar vallejo y a sus docentes, por brindarme la enseñanza y el conocimiento necesario para afrontar con éxito esta etapa de proyecto de investigación.

Agradezco también a mis padres por apoyarme en las decisiones y caminos que tome a lo largo de la carrera, por siempre estar ahí como mi más grande soporte, brindándome consejos y guiándome por un buen camino.

Y para finalizar agradezco a todos mis compañeros de clase durante los distintos niveles de la universidad, por su compañerismo, amistad y apoyo moral.

Índice de contenidos

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	3
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y Operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Procedimiento de diseño de pavimento flexible.....	29
Tabla 2.	Humedad natural de la muestra patrón	32
Tabla 3.	Análisis granulométrico.....	33
Tabla 4.	Clasificación de suelo.	34
Tabla 5.	Grado de compactación.....	34
Tabla 6.	Capacidad de soporte de la muestra patrón.	35
Tabla 7.	Humedad natural de la muestra con cloruro de sodio.	35
Tabla 8.	Análisis granulométrico de la muestra con cloruro de sodio.	36
Tabla 9.	Clasificación de la muestra con cloruro de sodio.....	38
Tabla 10.	Grado de compactación de la muestra con cloruro de sodio.....	38
Tabla 11.	Capacidad de soporte de la muestra con cloruro de sodio.	38
Tabla 12.	Periodos de diseño	40
Tabla 13.	Estudio de trafico	41
Tabla 14.	Relación de cargas por eje	41
Tabla 15.	Factor de distribución direccional y de carril	42
Tabla 16.	Calculo de ESAL.....	43
Tabla 17.	Modulo resiliente por correlación CBR	43
Tabla 18.	Tipo de tráfico y nivel de confiabilidad.	44
Tabla 19.	Desviación estándar normal	44
Tabla 20.	Índice de Serviciabilidad inicial	45
Tabla 21.	Índice de Serviciabilidad final.....	46
Tabla 22.	Cálculo de numero estructural requerido.....	46
Tabla 23.	Coeficiente estructural (a1).....	47
Tabla 24.	Coeficiente estructural (a3).....	48
Tabla 25.	Coeficiente de drenaje para bases y subbases	49
Tabla 26.	Espesores de pavimento flexible con base de material granular convencional.	49
Tabla 27.	Espesores de pavimento flexible con base material granular con adición de 3% de cloruro de sodio.	50
Tabla 28.	Clasificación de las muestras.	51
Tabla 29.	Resultados del Proctor modificado	51

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Estructura del pavimento flexible	8
<i>Figura 2.</i>	Estructura del pavimento rígido	9
<i>Figura 3.</i>	Estabilización de suelos	10
<i>Figura 4.</i>	Composición química del cloruro de sodio	10
<i>Figura 5.</i>	Material granular.....	11
<i>Figura 6.</i>	Ensayo granulométrico	12
<i>Figura 7.</i>	Ensayos de límites de atterberg	13
<i>Figura 8.</i>	Ensayo de Proctor modificado	13
<i>Figura 9.</i>	Esquema del equipo de CBR.....	14
<i>Figura 10.</i>	Cuarteo de material	22
<i>Figura 11.</i>	Pesado de la muestra.....	22
<i>Figura 12.</i>	Secado de la muestra en horno.....	23
<i>Figura 13.</i>	Lavado de la muestra	24
<i>Figura 14.</i>	Proceso de tamizado	25
<i>Figura 15.</i>	Límites de Atterberg	26
<i>Figura 16.</i>	Limite liquido.....	26
<i>Figura 17.</i>	Compactación de a muestra	27
<i>Figura 18.</i>	Prensa hidráulica	29
<i>Figura 19.</i>	Curva granulométrica.	33
<i>Figura 20.</i>	Curva granulométrica de la muestra con cloruro de sodio.....	37
<i>Figura 21.</i>	Comparación de resultados.....	39
<i>Figura 22.</i>	Ecuación de AASTHO 93 para pavimentos flexibles.	40
<i>Figura 23.</i>	Formula FCA	42
<i>Figura 24.</i>	Grafico para determinar coeficiente estructural (a2).....	48
<i>Figura 25.</i>	Cálculo de espesores.	49
<i>Figura 26.</i>	Resultados de CBR al 100% de la MDS.....	52
<i>Figura 27.</i>	Resultados de CBR al 95% de la MDS.....	52
<i>Figura 28.</i>	Índice de CBR basado en porcentaje de cloruro de sodio.....	53
<i>Figura 29.</i>	Resultados estabilización de suelo de algodón negro con NaCl	54
<i>Figura 30.</i>	Dimensionamiento de espesores.....	54

Resumen

La presente tesis está basada en determinar el comportamiento de una base granular con adición de cloruro de sodio en distintas dosificaciones. Para esto es importante realizarse la siguiente pregunta; ¿Como influye la adición de cloruro de sodio al material de la base? Por consiguiente, para lograr responder esta interrogante se realizaron los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, limite líquido, limite plástico, proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio), para luego mediante métodos estadísticos identificar las variaciones producidas al material granular convencional con la adición de cloruro de sodio. Así mismo, para una evidencia más clara se realizó el diseño del pavimento flexible. Esta investigación concluye identificando que el cloruro de sodio proporciona un aporte mínimo al material granular que compone la base al adicionar proporciones menores al 3%.

Palabras clave: Pavimento, flexible, estabilización, base, cloruro, sodio, CBR.

Abstract

The present thesis is based on determining the behavior of a granular base with the addition of sodium chloride in different dosages. For this purpose, it is important to ask the following question: How does the addition of sodium chloride influence the base material? Therefore, in order to answer this question, moisture content, granulometric analysis, liquid limit, plastic limit, modified proctor and CBR (California Bearing Ratio) tests were carried out, in order to identify the variations produced to the conventional granular material with the addition of sodium chloride by means of statistical methods. Likewise, for clearer evidence, the design of the flexible pavement was carried out. This research concludes by identifying that sodium chloride provides a minimum contribution to the granular material that composes the base by adding proportions lower than 3%.

Keywords: Pavement, flexible, stabilization, base, chloride, sodium, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

Al pasar de los años, las redes viales se van expandiendo a lo largo del mundo, debido a una constante necesidad de transportarse de las personas. Por ello, en consecuencia, a esta creciente demanda es necesario implementar métodos que mejoren y optimicen el desempeño y rendimiento de esta clase de estructuras. Con respecto a los pavimentos asfálticos o flexibles, se conoce que están conformados por una serie de capas que trabajan en conjunto, distribuyendo las cargas uniformemente para su correcto funcionamiento, estas capas presentan espesores dependiendo de distintos factores de diseño y de las propiedades y características del material que las componen. Debido a esto, se vienen realizando investigaciones con respecto a alterar de forma positiva estas propiedades, con el fin de reducir espesores y desarrollar características que afronten problemas relacionados a los pavimentos con éxito. A nivel internacional, en EE. UU, los volúmenes de tránsito se han expandido fuertemente, lo cual ha producido una mayor construcción de vías con capas base de materiales de calidad. Como resultado de esta creciente demanda los agregados de calidad óptima se van agotando, generando un aumento en sus costos y limitando los lugares para acceder a este recurso. Por ello, se han empleado distintos métodos de tratamiento para mejorar las propiedades de los agregados, como la resistencia necesaria para soportar la carga de tráfico y diversas condiciones ambientales que aceleran el deterioro de los pavimentos (Mena, Hemant y Zabi, 2021, p. 2).

En el Perú la poca durabilidad de las vías de la capital denota que los diseños y materiales que se emplean para la elaboración de pavimentos no son los más adecuados. Los problemas principales que atraviesan las vías peruanas son la poca durabilidad e inestabilidad que demuestran a un corto plazo de ser ejecutadas. Además, debido a un mal diseño, el tránsito que afrontan sobrepasa sus capacidades generando un desprendimiento continuo de polvo, que a la larga perjudica a las personas produciendo enfermedades respiratorias, gastrointestinales, entre otros. Por ello, se propone hacer uso de aditivos químicos y naturales para mejorar las propiedades de las múltiples capas que conforman un pavimento flexible (Chavarry, Figueroa y Reynaga, 2020, p. 5).

Por ello, para esta problemática se plantea la siguiente pregunta ¿Como influye la adición de cloruro de sodio al material que compone la base de un pavimento flexible?, de la cual se desglosan los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible?, ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio?, ¿Cuál es la diferencia entre los diseños estructurales de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio?.

El proyecto actual de investigación se justifica teóricamente, ya que busca identificar el comportamiento de las propiedades de la capa base del pavimento flexible añadiendo cloruro de sodio.

Así mismo, se justifica económicamente, ya que gracias a las propiedades que añade el cloruro de sodio a la base del pavimento flexible, conlleva a un incremento del CBR y en resultado se evidencia una reducción en los espesores de las capas superiores demostrando una disminución económica significativa para su ejecución.

Además, este proyecto de investigación también se justifica socialmente, puesto que mediante la creación de nuevas tecnologías brindamos pavimentos más resistentes y duraderos para que las personas puedan transportarse con seguridad y comodidad.

Considerando lo expuesto en el actual proyecto de investigación se tiene como objetivo general, Determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio al material que compone la base de un pavimento flexible. Para lograr este objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos específicos. Reconocer las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible, identificar las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio, realizar la comparación del diseño

estructural de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio.

Para dar solución a los problemas expuestos en esta investigación, nos proponemos la siguiente hipótesis sosteniendo que: Adicionando cloruro de sodio a la capa base de un pavimento flexible mejoramos las propiedades físicas y mecánicas del material que la compone. Además, se formularon las siguientes hipótesis específicas: Se logró reconocer las propiedades físicas y mecánicas de la base de un pavimento flexible, se logro identificar las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio, se realizó la comparación entre el diseño estructural de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio.

II. MARCO TEÓRICO

Referente a los antecedentes y teorías que enmarcan el presente estudio, se ha revisado una serie de investigaciones anteriores, de las cuales, a nivel internacional se encuentran las siguientes:

Mena y Zabi (2021) en su estudio que tuvo como propósito mejorar el rendimiento y la resistencia estructural completa del pavimento. El método empleado fue cotejar el desempeño de campo (fisuración, formación de surcos y rugosidad de la superficie) de secciones de pavimento con bases sin tratar y tratadas para evaluar el impacto de los agentes estabilizadores. Los resultados fueron que las secciones tratadas se desempeñaron mejor que las secciones no tratadas en términos de los valores promedio acumulativos de las 3 fallas con un promedio de agrietamiento por fatiga 5 veces menor que las secciones no tratadas. El IRI y la formación de surcos combinados de las secciones tratadas promediaron alrededor de 1,5 veces y 0,11 pulgadas más pequeños, respectivamente, que los de las secciones no tratadas. Esta investigación concluyo que las secciones tratadas se desempeñaron significativamente bien en comparación con las secciones no tratadas en términos de rugosidad de la superficie del pavimento y agrietamiento por fatiga.

Apinun, Suksun, Artit, Apichat, Thaworn, Nopparat, Jitwadee y Arul (2021) en su investigación que tuvo como objetivo producir un material modificado con cemento mientras se mantienen las características de la capa base no unida, la investigación se lleva a cabo mediante un enfoque experimental. La metodología empleada fue la de evaluar el efecto del período de hidratación y el contenido de humedad en la deformación permanente del material. Los períodos de hidratación de los especímenes de prueba variaron de 7 a 28 días. Los resultados fueron que los contenidos de humedad oscilaron entre el 60 % y el 100 % de OMC, humedeciendo y secando la muestra. Se encontró que el porcentaje de humedad de las muestras influyó significativamente en el rendimiento de HCTCRB. Sin embargo, una tendencia de rendimiento constante durante varios períodos de hidratación no fue concluyente. Esta investigación tuvo como conclusión que al agregar agua al material para aumentar la trabajabilidad en la compactación puede resultar en un desempeño adverso del HCTCRB. Por lo tanto, se debe considerar una cantidad apropiada de agua añadida durante la compactación.

Ajay y Durga (2022) en su investigación que tuvo por objetivo utilizar desechos industriales como material alternativo rentable en el rubro de la construcción de pavimentos flexibles. Mejorar el rendimiento y la capacidad de soporte del pavimento, la metodología empleada se basó en usar la escoria de ferrocromo el cual es un subproducto industrial obtenido de la producción de acero inoxidable. Se realizan múltiples pruebas de laboratorio sobre la caracterización de la escoria de ferrocromo y se observa que las propiedades de la escoria de ferrocromo cumplen con las especificaciones MoRTH. Los resultados fueron que las combinaciones de escoria de ferrocromo y polvo de cantera en proporciones de 70/30 y 60/40 están bien graduadas y han alcanzado la gradación requerida para su uso como subbase tratada con cemento y capas base en pavimento flexible. Esta investigación tuvo como conclusión que las propiedades física-mecánicas de la escoria de ferrocromo se encuentran dentro de los límites de la especificación según MoRTH y pueden utilizarse como una alternativa rentable a los agregados convencionales en subbases y capas de base de pavimentos flexibles.

Mehmet (2022). En su investigación que tuvo como objetivo indagar el uso potencial de las escorias volcánicas, que se encuentran naturalmente en Kayseri, como material de construcción en proyectos de relleno de gran volumen y en la base, subbase y varios rellenos de caminos pavimentados flexibles, ya sea directamente o después de ser mejorados con cemento, la investigación se lleva a cabo mediante un enfoque experimental. El método utilizado se fundamenta en reemplazar los escasos materiales estándar de construcción de carreteras (piedra triturada) parcial o totalmente con materiales no estándar (escoria volcánica). Como resultado, se ha revelado que las propiedades geotécnicas de las escorias volcánicas que están fácilmente disponibles en la naturaleza, se pueden mejorar después de estabilizar con cemento al 5% y se pueden usar como material de construcción en base, subbase y rellenos varios en pavimento flexible. Se concluyó que debido a su fácil disposición y aporte significativo hacia el material que compone la base de un pavimento flexible, las escorias volcánicas se deben convertir en estabilizadores importante a la hora de tratar cualquier tipo de suelo.

Bualuang, Jitsangiam, Teewara, Rattanasak, Napat, Kalapat y Nikraz (2021) en su investigación donde se planteó el siguiente objetivo, desarrollar y validar un nuevo no-OPC aglutinante que utiliza un material híbrido activado por alcalino y materiales puzolánicos en la construcción de bases de carreteras. Para el método empleado se utilizaron dosificaciones de NaOH sólido como aditivo alcalino en la aglutinante FAeHL para inspeccionar el desarrollo de la resistencia a una temprana media. Los aglutinantes no OPC seleccionados se mezclaron con el agregado base para examinar la rigidez del material estabilizado. Los resultados fueron que el pavimento flexible con la capa base sin OPC proporcionó un costo y una emisión de GEI significativamente más bajos que los del material basado en OPC como punto de referencia. Como conclusión se sostiene que el aglutinante sin OPC con un concepto de material híbrido revela un gran potencial para ser un producto más limpio en la construcción y rehabilitación de carreteras para una nueva era de nuestra sociedad baja en carbono.

Kumar y Shukla (2022) en su investigación que tuvo usar los desechos industriales en capas base y subbase no unidas de pavimentos en forma de agregados gruesos,

agregados finos y rellenos minerales. En este estudio de investigación. El método empleado fue plantear que la utilización de materiales reciclados o ya usados y agregados naturales proporciona una técnica de construcción económica, eficiente y sostenible sin comprometer las características de resistencia y durabilidad del pavimento. Los resultados obtenidos fueron que la capa base o subbase proporciona un estrato de carga de transición entre las capas de pavimento y transfiere eficientemente las cargas de las ruedas a la capa de subrasante inferior. Además, junto al cemento, debemos buscar otro material aglomerante como sustituto y distintos tipos de aditivos que puedan utilizarse para paliar el coste de la construcción. Finalmente se concluyó con que la estabilización utilizando cemento como agente es eficiente, sin embargo, se deberá usar este método en tramos pequeños, ya que conlleva un incremento considerable en los costos.

Barbieri, Lou, Jason, Chen, Zhao, Memon y Hoff (2022) en su investigación que tuvo objetivo el uso de bentonita de base cálcica, bentonita a base de calcio y bentonita a base de sodio para estabilizar una capa base de carretera típica. Donde plantea desarrollar un estudio que se basa en la colocación de dos tipos de bentonitas a saber, bentonita cálcica (CaB) y bentonita sódica (NaB), para estabilizar las capas no ligadas de los pavimentos de las carreteras. Los resultados fueron el incremento de la resistencia y grado de compactación de la capa base, estos resultados fueron recopilados en los ensayos de laboratorio. Se concluyó el determinando que el estudio ha arrojado luz sobre el uso de CaB y NaB como posibles de aglutinantes aplicados a dos tipos de áridos diferentes, a saber, la roca triturada y la grava natural. y la grava natural.

Ramkumar y nadakuditi (2018), en su artículo de investigación, se propuso demostrar el efecto del cloruro de sodio como agente estabilizante. La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque experimental y una metodología que implicaba analizar la variación del parámetro de resistencia CBR en relación al contenido de agua en un suelo estabilizado con cloruro de sodio. Se realizaron mezclas de suelo con diferentes niveles de contenido de cloruro de sodio, manteniendo los valores óptimos de contenido de humedad y densidad máxima. Se registraron los parámetros de resistencia correspondientes. Los resultados obtenidos mostraron

que a medida que se incrementaba la cantidad de cloruro de sodio, el límite líquido del suelo aumentaba y el límite plástico disminuía. Además, se observó un aumento en el límite de contracción y una disminución en la plasticidad y el índice de plasticidad del suelo. Como conclusión se estableció que las propiedades del material en estudio mejoran aumentando la dosificación de cloruro de sodio, Sin embargo, llega a un límite donde el exceso de sales empieza a ser perjudicial para el suelo.

Salcedo, Ovallos y Rangel 2020, en su investigación, cuyo objetivo principal fue identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos bajo condiciones de humedad, a través de ensayos comparativos con y sin la adición de cloruro de sodio. La metodología empleada se basó en la recopilación y análisis de datos llevados a cabo por la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Los resultados de los ensayos y el análisis posterior resultaron exitosos, demostrando que la muestra con cloruro de sodio exhibe mejores propiedades en comparación con la muestra sin cloruro de sodio. Finalmente se concluye mencionando que la sal si estabiliza correctamente los suelos arcillosos, ya que, uno de sus aportes principales es el control de la humedad.

A nivel nacional tenemos a Alvarado, Pérez, Rosas y Quintana (2022), la investigación se centró en la estabilización del suelo circundante al sistema de agua y alcantarillado mediante el uso de cloruro de sodio, con el objetivo de prevenir la formación de agujeros causados por filtraciones. El método empleado fue caracterizar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO, realizando las pruebas de granulometría por tamizado, granulometría de sedimentación, límites de consistencia y humedad natural. El ensayo de compactación se llevó a cabo mediante el Proctor modificado sobre la muestra estándar y las muestras con incorporación de NaCl, con el fin de establecer la máxima densidad seca y la humedad óptima, usándolas como referencia en la compresión libre, CBR y permeabilidad. Los resultados fueron que al agregar cloruro de sodio al 1,5% al suelo en cuestión, se obtienen los mejores resultados; teniendo un aumento del 315% en el índice CBR, un aumento del 82% en el soporte a la compresión y una reducción del 21% en la permeabilidad. Finalmente, se concluye mencionando que,

la adición de cloruro de sodio al suelo arcilloso permite su estabilización, lo cual resulta en un significativo incremento tanto en la capacidad de soporte como en la resistencia a la compresión.

A continuación, se presentan los conceptos básicos relacionados con la presente investigación.

Los pavimentos flexibles están compuestos por 3 capas, la carpeta asfáltica o capa de rodadura, la base y la subbase granular. Generalmente las capas van aumentando su resistencia conforme más se acercan a la superficie. Así mismo, el costo de las capas mantiene la misma relación, por ello, para construir pavimentos de calidad y con un precio accesible, se procura que las capas inferiores tengan un mayor espesor. Además, la función de un pavimento es proporcionar un área plana y uniforme para el tránsito de vehículos livianos y pesados, distribuyendo las cargas en sus capas hasta llegar a la subrasante y evitar someter al suelo a una presión excesiva (Anissa y Clement, 2017, p. 2).

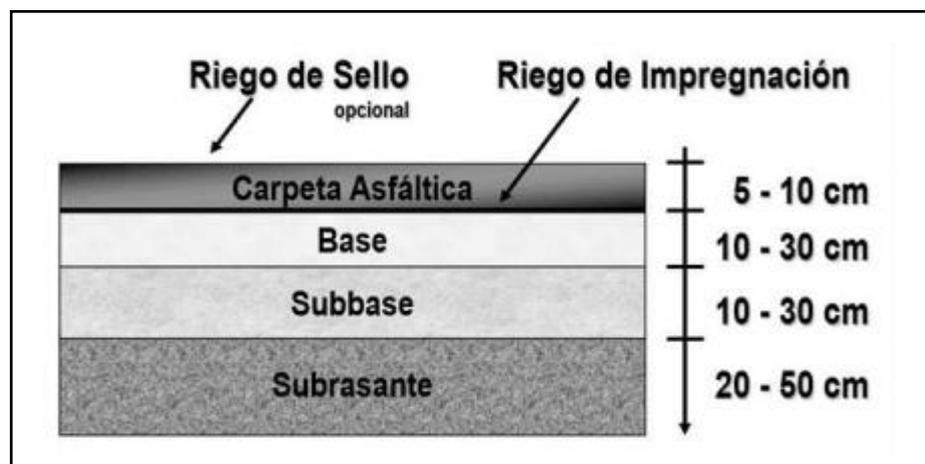


Figura 1. Estructura del pavimento flexible

Los pavimentos rígidos están constituidos por unas diversas capas, siendo la principal la losa de concreto, esta descansa sobre la subbase o en algunos casos sobre la subrasante, de acuerdo a la capacidad resistente del suelo. Esta losa debido a su gran rigidez al recibe la mayoría de cargas, ya que posee un área mayor de distribución de las mismas, por ende, las cargas que recibe la subbase y subrasante son de una magnitud mínima. Este tipo de pavimento posee una gran

vida útil, tiene buena capacidad de drenaje, el mantenimiento es mínimo y tiene una gran capacidad antiderrape (Monsalve, Rodríguez, Torrado y Vergara, 2022, p. 4).

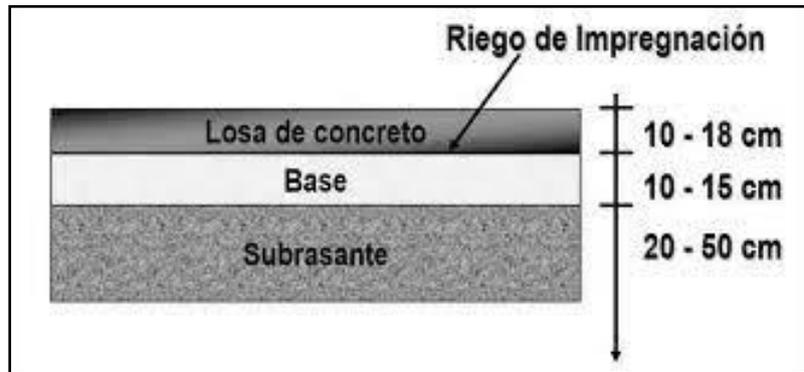


Figura 2. Estructura del pavimento rígido

Las bases granulares están compuestas por una mezcla de piedra o grava, con suelo y arena. Los materiales empleados en un base granular deben cumplir con requisitos establecidos. Deberá tener un CBR igual o mayor al 80%, el índice de plasticidad y el límite líquido serán menor a 6% y 28% de manera correspondiente, dichos ensayo deberá ser realizados con el material pasante por la malla N°40 y estar libres de suciedad (Zambrano y Tejeda, 2019, p. 3).

La estabilización es el procedimiento de adición de agentes para generar materiales que presenten mayor resistencia. Con respecto a la estabilización de bases granulares, existen dos tipos para la construcción de pavimentos flexibles, las bases de agregados ligados, que son con material granular tratado y las bases con agregados no ligados, que son con material granular sin tratar. Generalmente se emplean las bases ligadas para situaciones anormales, donde una base normal no sería la ideal por que la limita alguna de sus propiedades. Comúnmente para realizar la estabilización de capas base se incorporan emulsión asfáltica, cemento y asfalto espumado (Souliman, Bastola y Zeiada, 2020, p. 3).



Figura 3. Estabilización de suelos

El cloruro de sodio es un sólido incoloro, cuya composición química es por un ión de sodio (Na^+) más un ión de cloruro (Cl^-), comúnmente conocido como sal de mesa es un compuesto cristalino soluble en agua y considerado uno de los minerales esenciales en el mundo. Así mismo, posee propiedades antisépticas y alimentarias que le permiten desarrollarse en industrias como la alimentaria y farmacéutica (Gómez, Villanueva y Henríquez, 2019, p. 4).

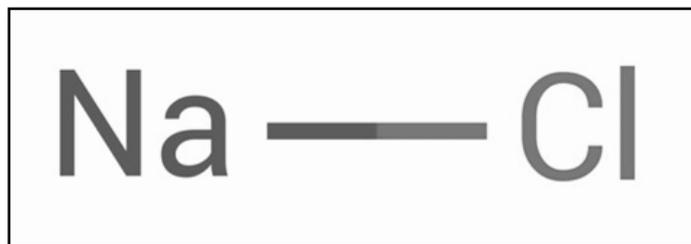


Figura 4. Composición química del cloruro de sodio

Las características tanto mecánicas como físicas de los materiales en general son determinados por cómo están compuestos a nivel químico e internamente. Las propiedades físicas específicamente son aquellas que se pueden visualizar sin cambiar la composición del material, como el color, la forma o el tamaño. Por otro lado, las propiedades mecánicas son aquellas que indican el desenvolvimiento de un material al estar expuesto a fuerzas que se le aplican, mide el comportamiento resistente bajo carga para conseguir un rendimiento adecuado del sistema (Yang, Bora y Tuncer, 2021, p. 5).

La dosificación es uno de los métodos más comunes en el ámbito de la construcción, ya que de ello dependerá la propiedades y características que resulten a partir de la mezcla de los distintos materiales. Este término se emplea mayormente para determinar la relación de materiales adecuada del concreto, todo esto con la finalidad de conseguir distintas resistencias según las sollicitaciones de la tare a realizar. Sin embargo, la dosificación puede ser usada para relación cualquier tipo de material con la finalidad de aportar a sus propiedades (Vaitkus, Gražulyte, Kravcovas y Mickevic, 2021, p. 3).

El material granular es aquella que está constituida por un grupo de partículas que comparten propiedades y características, dentro de sus características esta la tendencia a disipar eficazmente la energía producto de la fuerza de fricción. Así mismo, puede decirse que el material granular se genera a partir de la desfragmentación de rocas debido a acciones erosivas, estas varían en tamaño, forma y calidad de acuerdo a la roca madre. De igual forma, este material puede ser creado a través de la manipulación del hombre, empleando trituradoras y chancadoras que al desfragmentarse generan material granular (Ebrahim y Behiry, 2018, p. 10).



Figura 5. Material granular

El análisis granulométrico es el conjunto de acciones mediante el cual se logrará determinar la distribución a nivel tamaño de los elementos que conforman una

muestra. En otras palabras, nos permite clasificar un material, esta clasificación se lleva a cabo mediante el pase de materia por tamices de distintos diámetros, luego se pesan lo retenido en cada uno de los tamices y se procede a recopilar en fichas de recolección para más adelante por medio de métodos estadísticos analizar su comportamiento (Zhu, Zaman y Laguros, 2018, p. 5).

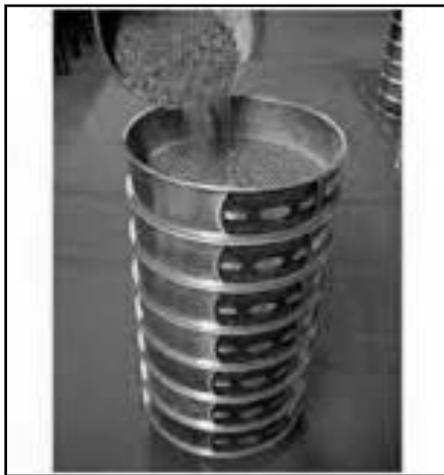


Figura 6. Ensayo granulométrico

La medición del contenido de humedad implica determinar la porción de humedad que poseen los materiales o sustancias. Generalmente, gran parte de los materiales están compuestos por materia seca y agua, por ende, mediante este ensayo podemos determinar el porcentaje de humedad existente con respecto a toda la muestra. En el ámbito de diseño de pavimentos es importante, ya que, una humedad óptima permite una compactación adecuada, y en consecuencia el suelo manifiesta una mayor resistencia y una mejor disipación de las cargas provenientes del tránsito vehicular y peatonal (Mojtaba y Amiruddin, 2016, p. 6).

Los límites de Atterberg constan de dos componentes: el límite líquido, que se halla utilizando la copa Casagrande, y el límite plástico, que se establece mediante por medio de la creación de pequeños rollos mediante el contacto de la palma de la mano y el material sobre una superficie de vidrio lisa, dando como resultado cilindros de 3 mm de diámetro y 13 mm de longitud. Para el límite líquido, se reserva una muestra de 100 gramos, a la cual se le añade agua destilada y se deja caer la cuchara 25 veces de una elevación de 1 cm. Es fundamental tamizar previamente

la muestra utilizando el tamiz N°40, luego continuar friccionando hasta se fracture en trozos pequeños, es ahí donde se habrá llegado al límite plástico de la muestra (Sun, Han, Fei, Guo y Zhang, 2020, p. 4).



Figura 7. Ensayos de límites de atterberg

La compactación de un suelo es la presión entre partículas mediante métodos mecánicos, estos métodos hacen que el suelo expulse el aire y aumente la densidad de las partículas, mejorando sus propiedades de ingeniería de suelo que se solicitan para construir pavimentos y otras estructuras que se ubiquen sobre una superficie. Para determinar el grado de compactación existe el ensayo de Proctor que nos permite evaluar cómo se relaciona el porcentaje óptimo de humedad y MDS buscando conseguir la compactación adecuada (Chandra y Mandal, 2017, p. 2).

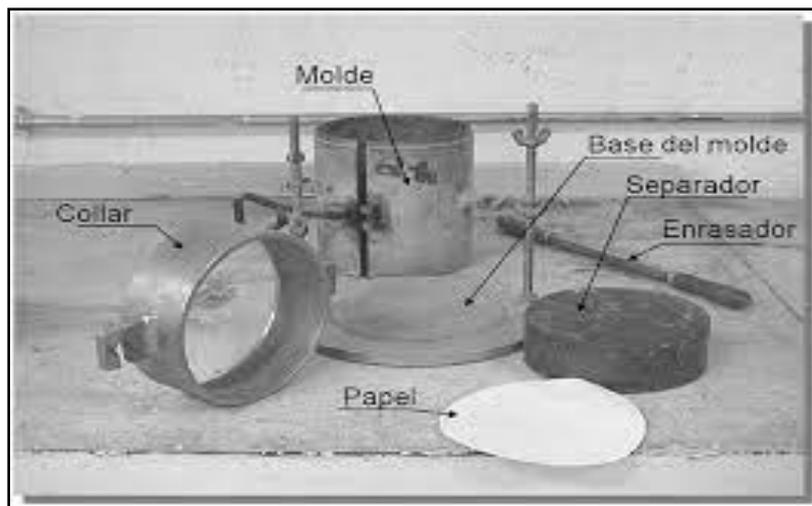


Figura 8. Proctor modificado

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) es un ensayo que se lleva a cabo para conocer la capacidad de carga de un suelo, se desarrolla tomando en cuenta las indicaciones de la normativa ASTM D 1883 - 07E1. Así mismo, con respecto a los pavimentos flexibles, es un parámetro que nos permite cuantificar la capacidad resistente de la subrasante, base y subbase para posteriormente poder desarrollar un diseño óptimo, tomando en cuenta además factores como el tráfico y el clima en la zona de proyecto (Chandra y Mandal, 2017, p. 3).

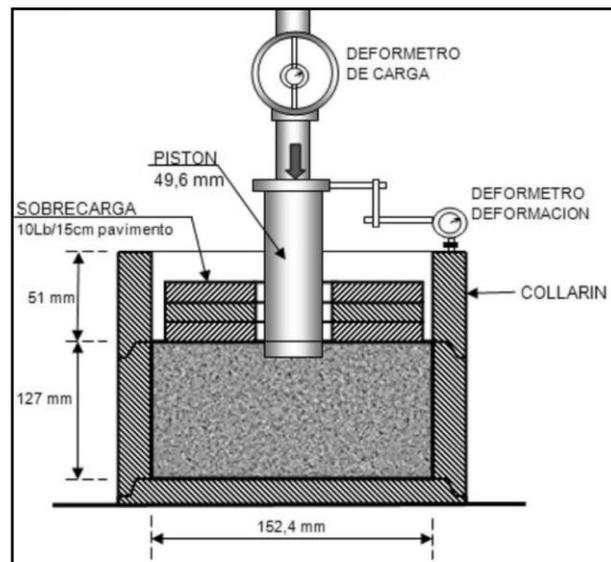


Figura 9. Esquema del equipo de CBR

El diseño estructural de un pavimento flexible se basa principalmente en el estudio de tráfico, el cual es el factor clave a tener en cuenta, debido a que nos facilita calcular la carga que transitara por esta vía, para posteriormente desarrollar el diseño estructural de la misma. A partir del conteo vehicular podemos realizar el cálculo de las repeticiones de los ejes equivalentes y definir el tipo de tráfico junto con su proyección, estos indicadores expresados numéricamente son conocidos como ESAL (Equivalent Single Axle Load) que traducido al español sería “Eje de Carga Simple Equivalente” (Guerra y Guerra, 2020, p. 7).

Dentro de los métodos para el diseño de un pavimento, en Latinoamérica generalmente se opta por utilizar la metodología AASHTO 1993 para reconocer los espesores de las capas que conforman un pavimento. Este método toma en cuenta a un nivel de confiabilidad (R), una desviación estándar (Z_r), La Serviciabilidad

inicial y final (PSI), el Módulo resiliente de la subrasante y el peso de los ejes equivalentes (W18). Con ello, podemos calcular el número estructural (SN) y posteriormente identificar las dimensiones (espesores) de las capas (Rodríguez, Echaveguren y Thenoux, 2017, p. 5).

El objetivo del diseño de pavimentos, tanto rígidos como flexibles, es determinar las dimensiones adecuadas de las diferentes capas que conforman la sección estructural de la carretera, la cual será sometida a las cargas del tránsito vehicular. Realizar un diseño óptimo consta de optimizar la cantidad de material en cada una de las capas y mejorar el tiempo de servicio a un precio razonable, de esta manera podemos realizar proyectos de vías terrestres económica y técnicamente factibles (Zerpa, 2023, p. 6).

Las vías urbanas se clasifican según su tráfico y función en el siguiente orden. Las vías expresas soportan un tráfico elevado, son vías interurbanas encargadas de recorrer grandes tramos a lo largo de la localidad, en su recorrido no se permiten estacionamientos ni tránsito de peatones. Por otro lado, las vías arteriales se desempeñan como conexión entre las vías expresas y colectoras, su índice de tráfico es medio. Las vías colectoras se encargan de dirigir el tráfico desde las vías locales hacia las arteriales. Estas vías tienen un volumen de tránsito bajo y permiten el estacionamiento de vehículos en las áreas cercanas. Por otro lado, las vías locales tienen la función de proporcionar acceso a áreas industriales, comerciales y residenciales (ICG, 2010, p. 34).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Rus (2020) menciona que “la investigación aplicada es aquella investigación que se enfoca en solucionar dificultades concretas y prácticas de las empresas o la sociedad. Este tipo de investigación nace a partir de una necesidad que afronta la sociedad, para la cual se busca una solución adecuada. Para lograr esto, es necesario tener los conocimientos básicos relacionados al problema. Las soluciones deben ser innovadoras y estar de acuerdo a la normativa

correspondiente, esta investigación servirá como referencia para posteriores investigaciones.

La investigación realizada fue de naturaleza aplicada, puesto que se llevó a cabo la implementación práctica de conocimientos y teorías al proponer un método innovador para la estabilización de la base de un pavimento flexible, tal método fue corroborado a partir de ensayos de laboratorio y un diseño final de pavimento que comprobó el éxito de la investigación.

Diseño de investigación

Martínez (2017) menciona que “existen dos tipos de diseño de investigación, la primera es experimental que radica en emplear métodos estadísticos para manipular resultados que se pueden cuantificar. Por otro lado, el diseño no experimental, se fundamenta en la visualización de fenómenos para después analizarlos, todo esto sin manipular las variables” (p. 2).

La presente investigación fue de diseño experimental, ya que se manipulo la variable independiente (cloruro de sodio) por encima de la variable dependiente (estabilización de capa base).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente (X): Cloruro de sodio

Definición conceptual

Gómez, Villanueva y Henríquez (2019) mencionan que “el cloruro de sodio (NaCl) o conocido comúnmente como sal de mesa, es un sólido cristalino que no presenta color y es soluble en agua. Es una materia prima fundamental debido a su gran variedad de propiedades en los diferentes campos industriales, destacando su presencia en la industria alimentaria y farmacéutica, debido a que funciona como un antiséptico natural. Por lo general, el cloruro de sodio se obtiene a partir del agua proveniente de los océanos o mares, la cual después de ser sometidas a distintos procesos nos da como resultado la materia cristalina que hoy conocemos como sal de mesa” (p. 3).

Definición operacional

Esta variable se midió a partir de la adición de diferentes porcentajes de cloruro de sodio al material de la base de un pavimento flexible para mejorar sus propiedades.

Dimensiones

- Dosificación de cloruro de sodio.

Indicadores

- Muestra convencional (Sin cloruro de sodio)
- Muestra convencional + 3% NaCl
- Muestra convencional + 4% NaCl
- Muestra convencional + 5% NaCl

Escala de medición

De razón

Variable dependiente (Y): Estabilización de la capa base

Definición conceptual

Kumar y Shukla (2022) “la capa base se encuentra ubicada sobre la subbase y debajo de la carpeta asfáltica. Además, soporta la mayor concentración de esfuerzos producido por el tránsito vehicular, por ello, debe estar compuesta por materiales con gran capacidad de soporte. Comúnmente esta capa necesita un mejoramiento a sus propiedades (estabilización) con el fin de resistir y transferir adecuadamente las cargas del tráfico a las capas inferiores, es necesario contar con la capacidad de soporte necesaria” (P. 4).

Definición operacional

Esta variable fue medida a partir de ensayos de laboratorio donde comparamos muestras con y sin cloruro de sodio, identificando si se logró estabilización óptima. Luego se realizó el diseño de pavimento flexible a partir de los resultados arrojados por laboratorio

Dimensiones

- Propiedades físicas y mecánicas
- Diseño de pavimento flexible

Indicadores

- Análisis granulométrico
- Grado de contenido de humedad
- Límites de atterberg
- Grado de compactación
- Capacidad portante
- Espesor de la carpeta asfáltica
- Espesor de la capa base
- Espesor de la capa subbase

Escala de medición

De razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

López (2018) indica, “la población es todo el conjunto sobre el cual realizaremos nuestra investigación y se desea conocer algún o varios aspectos para sacar resultados y conclusiones lógicas” (p. 1).

En la presente investigación, la población objeto de estudio fue el material granular utilizado en la base de un pavimento flexible, que se construirá en la Av. San Nicolas en el distrito de San Martín de Porres, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

Muestra

Arias, Villasís y Miranda (2016) mencionan que “la muestra es una porción de la población, el cual nos servirá para enfocar y especificar nuestra zona de estudio” (p. 3).

La muestra fue 200 kg de material con las propiedades y características necesarias que la permiten formar parte de la base de un pavimento flexible. La cual se extrajo

de la cantera UNICON. ubicada en Jicamarca Lurigancho – Chosica en la ciudad de Lima – Perú,

Muestreo

Otzen y Manterola (2017) sostienen que “el muestreo no probabilístico es aquella técnica en que para escoger las muestras no se toma en cuenta a la probabilidad si no las particularidades de la investigación” (p. 4).

En el presente estudio, se empleó un método de muestreo no probabilístico de conveniencia.

Unidad de análisis

Arias, Holgado, Tafur y Vásquez (2022) afirman que “la unidad de análisis es el punto sobre el cual se centra la investigación, tal objeto será sometido a procedimientos buscando obtener resultados expresados en datos, para analizarlos y reconocer conclusiones lógicas” (p. 96).

La unidad de análisis en esta investigación es el material granular utilizado en la capa base del pavimento flexible.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Martínez (2017) señala que “las principales técnicas de recolección de datos son la observación experimental y no experimental, las entrevistas, las encuestas y el análisis documental” (p. 3).

La técnica que se empleó para realizar la recopilación de información será la de observación y fichaje, ya que se observó el impacto del cloruro de sodio en el material granular que forma la capa base, la información sobre este comportamiento fue registrada y almacenada en fichas para un posterior análisis.

Sánchez, Fernández y Díaz (2021) sostienen que “dentro de los instrumentos se emplean comúnmente para recopilar información se encuentran las encuestas y escalas de actitudes, las cuales se componen de preguntas o recopilan datos de acuerdo a los objetivos de la investigación” (p. 8).

Los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos de laboratorio y la ficha de observación, donde se registró de forma ordenada los datos obtenidos y comportamientos resaltantes durante los ensayos.

En esta investigación, no se hizo necesario evaluar la validez y confiabilidad, debido a que los datos fueron obtenidos a través de ensayos realizados por expertos certificados en laboratorios autorizados, que cumplen con los protocolos de seguridad y calidad.

3.5. Procedimientos

Parra, Rhea y Gómez (2018) manifiestan que “los procedimientos son la forma en que se recolectara la información, como se realizara la manipulación de variables y todos los procedimientos necesarios que nos permiten generar los datos requeridos para lograr las metas del estudio” (p. 7).

Para realizar el presente estudio de investigación, inicialmente se ubicó el material común que conforma la base granular de un pavimento flexible. La cual cumple con los indicadores que propone la norma técnica CE. 010 pavimentos Urbanos, vigente del ICG. El material granular fue obtenido de la cantera UNICON en la localidad de Jicamarca, distrito de San Juan de Lurigancho, para llevar a cabo esta investigación se empleó 200 kg de material granular para la base extraídos de la cantera en mención.

Posteriormente se realizó la obtención de 25 kg de cloruro de sodio, el cual fue comprado de la empresa ALIMAC E.I.R.L INSUMOS INDUSTRIALES.

Luego las muestras fueron llevadas al laboratorio LEM – ENGIL SRL, donde se efectuaron los siguientes ensayos:

Previa realización de los ensayos fue necesario determinar los porcentajes de cloruro de sodio a agregar, para ello se calculó la densidad del cloruro de sodio y se determinaron las cantidades de 3,4 y 5% en kg/m³.

Tabla 1. *Dosificación de cloruro de sodio por m³ de material granular*

DOSIFICACION		
Densidad de la adición	1.12	g/cm ³
PORCENTAJES	CANTIDAD	UND
3%	33.6	kg/m ³
4%	44.8	kg/m ³
5%	56.0	kg/m ³

Fuente: elaboración propia.

Los procedimientos que se describirán a continuación fueron llevados a cabo tanto en la muestra convencional como en las muestras con diferentes dosificaciones de cloruro de sodio.

Contenido de humedad ASTM D2216

Para determinar el porcentaje de humedad natural del suelo fueron necesarios los siguientes equipos:

- Horno de secado
- Balanza de precisión 0.01g
- Recipiente
- Guantes

Se empezó realizando el cuarteo de una porción de muestra, consiguiendo de esta forma nuestra muestra representativa, luego se pesó el recipiente sin material y procedimos a llenar la muestra dentro del recipiente para pesarla en la balanza de precisión, determinando el peso del recipiente y la muestra en estado natural. Luego, Introducimos la muestra en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y la sometimos a un proceso de secado durante un período de 24 horas. Posteriormente, se retiró el material de horno, se dejó enfriar y se determinó el peso del material seco. Los valores fueron anotados y se determinó el porcentaje de humedad natural del suelo.



Figura 10. Cuarteo de material



Figura 11. Cálculo del peso



Figura 12. Secado de la muestra en horno.

Granulometría ASTM D6913

Para realizar el análisis granulométrico se hizo uso de los siguientes equipos:

- Espátula
- Cucharon
- Escobilla
- Balanza de precisión 0.01g
- Tamices

Continuamos con la muestra seca del ensayo de humedad, la cual fue lavada por la malla 200 hasta que el agua esté transparente para determinar la pérdida de limo y arcilla, a continuación, la muestra fue sometida a un proceso de secado en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C durante un período de 24 horas.

Una vez lavada y secada la muestra se procedió a pasarla por los tamices, pesando los elementos o partículas presentes en cada una de las mallas empezando por la de 3" hasta la N.º 200 y recolectando la información en la ficha. Con estos valores se logró determinar la curva granulométrica.



Figura 13. Lavado de la muestra



Figura 14. Proceso de tamizado

Limite líquido y plástico ASTM D4318

Para llevar a cabo las pruebas realizadas para determinar el límite líquido y el límite plástico fueron necesarios los siguientes equipos.

- Espátula pequeña
- Mango ranurador
- Mortero
- Tamiz N.º 40
- Recipiente
- Copa Casagrande
- Vidrio esmerilado
- Horno de secado
- vernier

Se reservo una muestra del material seco posterior al ensayo de análisis de humedad, dicha muestra se trituró con ayuda de un mortero o mazo de goma para después pasarla por el tamiz N^a40.

Después le colocamos agua de forma gradual hasta conseguir una consistencia plástica y manejable. Llegado a este punto, se tapó la muestra con una lámina plástica buscando un sello hermético y se dejó reposar por 24 horas. Pasado ese tiempo, calibramos la copa Casagrande verificando que la copa debe estar a 1 cm de la base. Luego, untamos la muestra en la copa uniformemente y realizamos un surco con el mango ranurador en medio de la copa, procedemos a realizar los golpes hasta que se junten los lados en algún punto del surco. Llegado ese punto anotamos el número de golpes, delimitamos la muestra que hizo el contacto y la pesamos, esta porción de muestra se llevó al horno por un periodo de 24 horas para verificar la cantidad de humedad de la misma. Esta técnica se realiza en repetidas veces variando la cantidad de agua para formar la curva y determinar el límite líquido.

Para determinar el límite plástico, se toma una pequeña porción de la muestra ya reposada por 24 horas y realizamos pequeños rollos rotando el material en el vidrio esmerilado hasta conseguir un espesor de 13 mm, la cantidad de rollos se aproxima

a un peso de 6 gr. Luego pesamos la muestra y llevamos al horno por 24 horas, después, retiramos la muestra del horno pesamos la muestra seca y anotamos los valores en la ficha.

Ya teniendo ambos límites se puede calcular el índice de plasticidad.



Figura 15. Límites de Atterberg



Figura 16. Limite liquido

Proctor modificado ASTM D1557

Para realizar en ensayo de Proctor modificado se utilizaron los siguientes equipos:

- Molde de 6 pulgadas
- Placa base
- Collar de extensión
- Pisón de 10 libras
- Proctor

El tipo de método a utilizar se determinó en función de los resultados obtenidos en el ensayo de análisis granulométrico, para este caso nos indica que emplearemos el método C, que nos señala que se usa un molde de 6" a diferencia del método A y B donde se requiere un molde de 4". Como primer paso, pasaremos el material por la malla $\frac{3}{4}$ " hasta obtener 4 muestras de aproximadamente 6 kg cada una. En seguida se añade los siguientes porcentajes de agua (2,4,6,8) % con respecto al peso de cada muestra. Luego se rellena el molde en 5 capas, dando 56 golpes con el pisón en forma de espiral empezando por el borde hasta llegar al centro del molde. Con ayuda del enrasador retiramos el material excedente, procedemos a pesar la muestra, el molde y la base antes y después de ser secada en el horno. Utilizando esta información, se pudo trazar la curva de compactación que muestra el vínculo entre la densidad seca y la humedad.



Figura 17. Compactación de a muestra

Ensayo de CBR ASTM D1883

Para efectuar el ensayo de CBR se hizo uso de los siguientes equipos:

- Molde
- Base de molde
- Collar
- Enrasador
- Comparador
- Placa perforada con vástago
- Sobrecargas o pesas (anular y circular)
- Disco espaciador
- Papel filtro
- Pisón
- Cucharon
- Prensa hidráulica
- Balanza

Inicialmente, ubicamos la muestra tomando en cuenta los resultados del ensayo de análisis granulométrico, se empleó un aproximado de 5 kg para cada molde, se realizaron 3 moldes. Ya seleccionada nuestra muestra, a partir de los resultados obtenidos mediante el ensayo de Proctor modificado, se agregó agua con el objetivo de alcanzar la MDS y el porcentaje óptimo de humedad.

Luego pesamos el molde con la base en la balanza, después colocamos el collar, el disco y el papel filtro al molde. Continuamos realizando la compactación, al igual que la prueba de Proctor modificado se añadió el material al molde en 5 capas donde se aplicó 56, 25 y 10 golpes con el pisón en forma de espiral hasta llegar a centro. Luego, se retiró el material excedente con el enrasador y se desmontó el molde para ser invertido y colocado nuevamente sobre la base colocando un papel filtro, esta vez sin el disco espaciador. Pesamos el molde invertido y colocamos sobre su superficie la placa perforada con vástagos y sobre esta las pesas, un aproximado de 5.5 lb. Posteriormente se satura el molde verificando que el agua tape completamente a la muestra. Después de 4 días se retiró el molde del agua y elimino lo excedente en la parte superior del mismo, se continuó retirando las cargas e inmediatamente se pesó en la balanza y se procedió al ensayo de

penetración en la prensa hidráulica, donde se medirá la capacidad del soporte de la muestra.



Figura 18. Prensa hidráulica

Diseño de pavimento (Método AASTHO 93)

Para llevar a cabo el diseño del pavimento flexible utilizando la metodología AASTHO 93, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Tabla 2. Procedimiento de diseño de pavimento flexible

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION
Determinar el tráfico para el periodo de diseño (ESAL)	<ul style="list-style-type: none"> - Se realiza un registro vehicular por un mínimo de 7 días durante las 24 horas para hallar el IMDA y se proyecta según el periodo de vida efectiva. - Se realiza el cálculo de los ejes equivalentes expresado en toneladas.

<p>Calcular la confiabilidad R y la desviación estándar total So.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Esto se determinó con ayuda del tipo de tráfico que está en función del ESAL, en la tabla 12.6 y 12.8 de la guía de diseño AASTHO 93 que propone el MTC. - Ambos datos se relación con la probabilidad que existe que el pavimento se comporte de una manera eficiente.
<p>Hallar el valor del módulo de resiliencia (Mr) de la subrasante</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Esta medida de rigidez está dado de acuerdo al porcentaje de CBR que arroje la subrasante y se calculó mediante formula o la tabla 12.5 de la guía AASTHO 93. Para fines de estudio para esta investigación se empleó un CBR mínimo que nos brinda la norma del MTC el cual es del 6%.
<p>Identificar la perdida de Serviciabilidad (PSI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Este valor se halló tomando en cuenta el tipo de tráfico y el ESAL en la table 12.10 para la Serviciabilidad final y 12.11 para la Serviciabilidad final.
<p>Cálculo del número estructural</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Este valor se calculó mediante la fórmula de AASTHO reemplazando los valores obtenidos en los anteriores pasos.
<p>Hallar los espesores de las capas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estos espesores se colocaron a criterio de tal forma que satisfagan el numero estructural y se consideran las dimensiones mínimas establecidas por la normativa.

Fuente: elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Peralta, Castellaro y Santibañez (2021) mencionan que “El enfoque utilizado para el análisis de datos en esta investigación contempla en detallar los procesos al que someterá el investigador a la información recopilada, buscando alcanzar los objetivos propuestos” (p. 3).

El método que se empleó para realizar esta investigación es el análisis cuantitativo, ya que los datos recolectados a través de las pruebas de laboratorio son de naturaleza cuantitativa y pueden ser cuantificados y medidos.

El análisis de datos se realizó por métodos estadísticos, ya que se realizará un análisis y procesamiento de datos con la finalidad de validar la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Acevedo (2018) indica que “los aspectos éticos son aquellos principios que garantizan la calidad de la investigación, tales como la beneficencia, justicia, autonomía y no maleficencia” (p.4).

Esta investigación se ha desarrollado tomando como base los lineamientos éticos y legales que propone la Universidad Cesar Vallejo. Los desarrolladores de esta investigación toman en cuenta aspectos como el citado de información impropia con la finalidad de realizar una investigación autentica y con resultados confiables.

IV. RESULTADOS

Esta investigación tuvo como zona de estudio la Av. San Nicolas que tiene una longitud de alrededor de 3 km e intercepta avenidas importantes como la Av. Naranjal, Los Alisos, Paramonga y Tantamayo. El estudio de tráfico al inicio del primer kilómetro, ya que en esa zona es donde se presencia la mayor cantidad de flujo vehicular.



Figura 19. Ubicación de la zona de proyecto

Tras finalizar los ensayos llevados a cabo en el laboratorio y procesar los datos recopilados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Objetivo específico 1: Reconocer las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible.

Como primer resultado de los ensayos realizados a la muestra convencional se obtuvo el contenido de humedad natural.

Tabla 3. *Humedad natural de la muestra patrón*

INDICADORES	MUESTRA CONVENCIONAL	UND
Peso del envase	646.00	gr.
Peso del suelo húmedo + envase	12198.00	gr.
Peso del suelo seco + envase	11933.00	gr.
Peso del agua	265.00	gr.
Peso del suelo seco	11287.00	gr.
% de humedad	2.35	%

Fuente: elaboración propia.

El nivel de humedad natural presente en la muestra patrón es de 2.35%.

Mediante el ensayo granulométrico logramos determinar la curva de gradación, cuyos resultados se expresan a continuación:

Tabla 4. Análisis granulométrico

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
6"	152.40				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				100
2 1/2"	63.50	0	0	0	100
2"	50.80	0	0	0	100
1 1/2"	38.10	0	0	0	100
1"	25.40	867	6.7	6.7	93.3
3/4"	19.00	1432	11.1	17.9	82.1
1/2"	12.70				
3/8"	9.50	1489	11.6	29.4	70.6
1/4"	6.35				
Nº 4	4.75	2287	17.8	47.2	52.8
Nº 8	2.36				
Nº 10	2.00	179.2	15.7	62.9	37.1
Nº 16	1.18				
Nº 20	0.84	65.6	5.7	68.6	31.4
Nº 30	0.60				
Nº 40	0.43	88.4	7.7	76.4	23.6
Nº 50	0.30				
Nº 60	0.25	45.2	4	80.3	19.7
Nº 80	0.18				
Nº 100	0.15				
Nº 140	0.11	49.6	4.3	84.7	15.3
Nº 200	0.08	25.4	2.2	86.9	13.1
< 200	FONDO	149.8	13.1	100	

Fuente: elaboración propia.

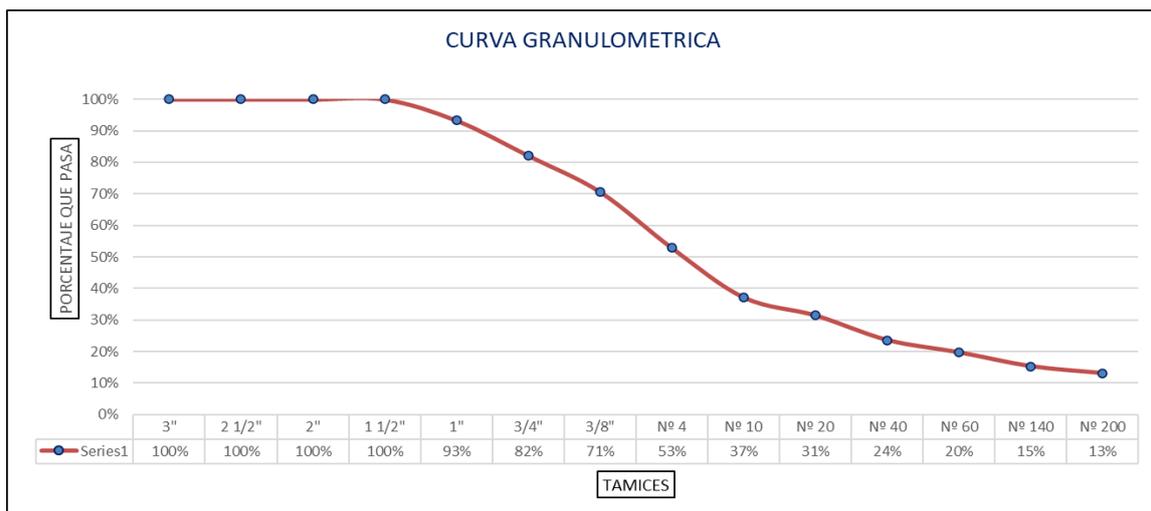


Figura 20. Curva de gradación.

Del ensayo granulométrico podemos identificar que el porcentaje de partículas de grava es de 47.2 %, de arena es de 39.7% y de finos de 13.1%. Así mismo, cumple con los requerimientos de la GRADACION “B” de la norma CE. 010 para pavimentos urbanos.

Este material no cumple con los requisitos mínimos, que se requiere según normativa para clasificar un material como plástico. Por ende, se reconoció este material como NO PLASTICO. Cabe destacar que esta clase de materiales granulares poseen esta característica comúnmente.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos podemos clasificar el suelo según AASTHO y SUCS.

Tabla 5. Clasificación de suelo de la muestra patrón.

CLASIFICACION DE SUELO		
AASTHO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos del ensayo de Proctor modificado son los siguientes:

Tabla 6. Grado de compactación de la muestra patrón.

INDICADORES	MUESTRA PATRON	UND
Máxima densidad seca	2.317	g/cm ³
Optimo contenido de humedad	5.8	%

Fuente: elaboración propia.

La densidad seca al máximo de la muestra patrón es de 2.317 g/cm³ la cual se logra con una humedad optima de 5.8 %.

Culminamos con la prueba de CBR (California Bearing ratio), con el cual podemos determinar la capacidad de soporte de la muestra ensayada:

Tabla 7. Capacidad de soporte de la muestra patrón.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)	
CBR AL 100% DE LA MDS	96.70%
CBR AL 95% DE LA MDS	79.60%

Fuente: elaboración propia.

De este ensayo determinamos que la muestra es de un material NO EXPANSIVO, y que el CBR al 100% de la MDS es de 96.70% y al 95% de la MDS es de 79.60%. Además, cumple con los requisitos mínimos para el material base dictadas por la norma CE. 010 para pavimentos urbanos.

Objetivo específico 2: Identificar las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio.

Se ejecutaron los ensayos a la muestra convencional que forma parte de la capa base de un pavimento flexible adicionando cloruro de sodio en proporciones 3%, 4% y 5% respectivamente.

Se obtuvo la humedad natural de la muestra convencional adicionando cloruro de sodio, los cuales se expresan en la tabla 8:

Tabla 8. Humedad natural de la muestra con cloruro de sodio.

INDICADORES	MUESTRA CONVENCIONAL			UND
	+ 3% de NaCl	+ 4% de NaCl	+ 5% de NaCl	
Peso del envase	543.00	498.00	498.00	gr.
Peso del suelo húmedo + envase	14933.00	12208.00	11924.00	gr.
Peso del suelo seco + envase	14653.00	12004.00	11743.00	gr.
Peso del agua	280.00	204.00	181.00	gr.
Peso del suelo seco	14110.00	11506.00	11245.00	gr.
% de humedad	1.98	1.77	1.61	%

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de humedad disminuye a mitad que se añade en mayor proporción el cloruro de sodio, se obtuvo 1.98%,1.77% y 1.61% de humedad de las muestras con 3%,4% y 5% de cloruro de sodio respectivamente.

Se llevo a cabo el ensayo granulométrico para la muestra convencional adicionando cloruro de sodio, cuyos resultados se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 9. *Análisis granulométrico de la muestra con cloruro de sodio.*

TAMICES		MUESTRA					
Ø	(mm)	+ 3% de Cloruro de sodio		+ 4% de Cloruro de sodio		+ 5% de Cloruro de sodio	
		% Retenido acumulado	% Que pasa	% Retenido acumulado	% Que pasa	% Retenido acumulado	% Que pasa
6"	152.40						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20	0	100	0	100	0	100
2 1/2"	63.50	0	100	0	100	0	100
2"	50.80	0	100	0	100	0	100
1 1/2"	38.10	0	100	0	100	0	100
1"	25.40	7	93	7.1	92.9	7.1	92.9
3/4"	19.00	18.4	81.6	18.5	81.5	18.4	81.6
1/2"	12.70						
3/8"	9.50	29.3	70.7	29.9	70.1	30	70
1/4"	6.35						
Nº 4	4.75	46	54	48	52	48.6	51.4
Nº 8	2.36						
Nº 10	2.00	58.1	41.9	62.7	37.3	62.6	37.4
Nº 16	1.18						
Nº 20	0.84	64.8	35.2	69.5	30.5	70.4	29.6
Nº 30	0.60						
Nº 40	0.43	74.2	25.8	76.1	23.9	77	23
Nº 50	0.30						
Nº 60	0.25	78.8	21.2	79.7	20.3	80.4	19.6
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15						
Nº 140	0.11	84.5	15.5	84.1	15.9	84	16
Nº 200	0.08	86.7	13.3	86.5	13.5	86.2	13.8
< 200	FONDO	100	0	100	0	100	0

Fuente: elaboración propia.

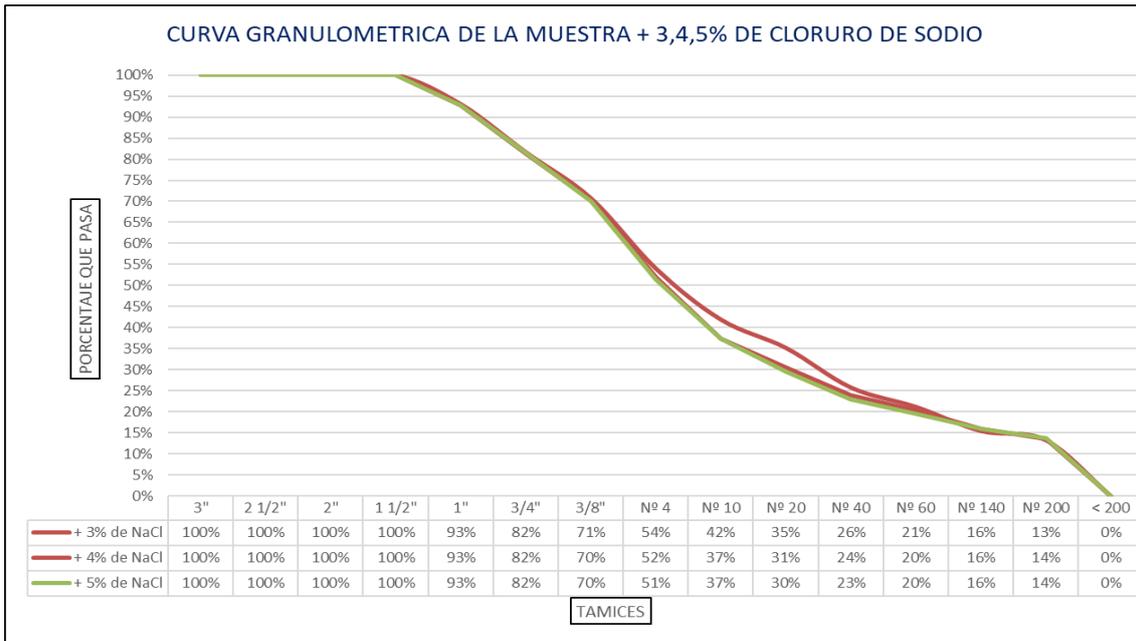


Figura 21. Curva de gradación de la muestra con cloruro de sodio

Con respecto a la granulometría, las tres muestras poseen el mismo comportamiento. Teniendo un 46%, 48% y 48.6% de grava, 40.7%, 38.4% y 37.7% de arena, 13.3%, 13.5% y 13.8% de finos de las muestras con adición de NaCl en proporciones 3%, 4% y 5% respectivamente. Según los indicadores de la norma técnica de pavimentos urbanos las tres muestras se ubican en la GRADACION "B".

Se efectuaron los ensayos para identificar los límites de atterberg para la muestra convencional adicionando cloruro de sodio.

De igual forma que los resultados de la muestra convencional, la muestra con cloruro de sodio es de un material NO PLASTICO, ya que, al realizarse los ensayos, las muestras no cumplen con los indicadores mínimos para ubicar el límite líquido y plástico que propone la normativa ASTM. Por ende, su clasificación según AASTHO Y SUCS fue la siguiente:

Tabla 10. Clasificación de la muestra con cloruro de sodio

Patron	CLASIFICACION DE MUESTRA + 3,4,5% DE CLORURO DE SODIO		
	AASTHO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 3% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 4% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 5% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena

Fuente: elaboración propia.

Del ensayo de Proctor modificado se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11. Grado de compactación de la muestra con cloruro de sodio

INDICADORES	MUESTRA			UND
	+ 3% de Cloruro de sodio	+ 4% de Cloruro de sodio	+ 5% de Cloruro de sodio	
Máxima densidad seca	2.305	2.300	2.292	g/cm ³
Optimo contenido de humedad	6.4	6.6	7.0	%

Fuente: elaboración propia.

De este ensayo identificamos que a medida que se añade el NaCl en mayor cantidad disminuye la densidad seca y aumenta el porcentaje óptimo de humedad, destacando que se tuvo la mayor densidad seca añadiendo 3% de cloruro de sodio la cual fue de 2.305 g/cm³.

Culminamos con el ensayo de CBR (California Bearing ratio), con el cual podemos determinar la capacidad de soporte de la muestra convencional adicionando cloruro de sodio en proporciones 3%,4% y 5% respectivamente.

Tabla 12. Capacidad de soporte de la muestra con cloruro de sodio.

	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)		
	+ 3% de Cloruro de sodio	+ 4% de Cloruro de sodio	+ 5% de Cloruro de sodio
CBR AL 100% DE LA MDS	97.30%	95.70%	93.90%
CBR AL 95% DE LA MDS	80.20%	78.80%	76.80%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados más favorables de las pruebas realizadas fueron al añadir 3% de cloruro de sodio a la muestra patrón.

En el siguiente grafico se compara los resultados obtenidos de la muestra patrón y la muestra con la adición del 3% de cloruro de sodio, la cual fue la que presento los mejores resultados con respecto a las demás dosificaciones.

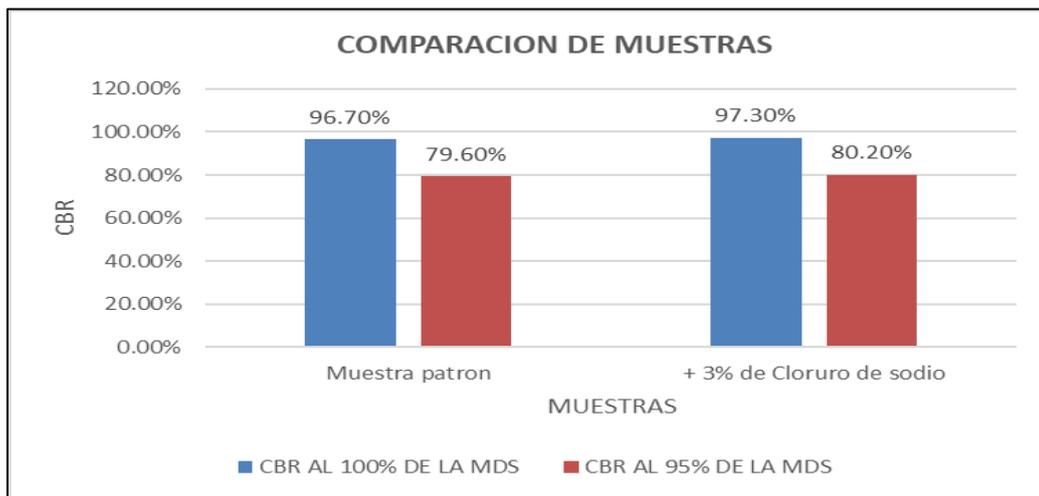


Figura 22. Comparación de resultados.

Apreciamos una mejora de 0.60% en el material con 3% de cloruro de sodio con respecto a la muestra patrón.

Objetivo específico 3: Realizar la comparación del diseño estructural de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio.

El presente diseño de pavimento flexible fue realizado utilizando los resultados de CBR de la muestra patrón y de la muestra con incorporación de 3% de cloruro de sodio, se llevó a cabo mediante el método AASTHO (Guide for Design of Pavement Structures) 1993, adoptado por el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos en su versión publicada en abril del año 2014.

Este método tiene como finalidad calcular el (SNr) número estructural requerido, con el cual podemos hallar las dimensiones de las capas que satisfagan dicho valor, y por ende proporcionan un correcto funcionamiento del pavimento.

Para realizar el diseño se tuvo que hallar las variables que nos permitieron calcular el número estructural mediante la ecuación de AASTHO.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 23. Ecuación de AASTHO 93 para pavimentos flexibles.

VARIABLES DE DISEÑO PARA EL MÉTODO AASTHO:

Periodo de diseño:

De acuerdo a la metodología se opta como periodo de vida útil o diseño entre 15 a 25 años para pavimentos flexibles.

Tabla 13. Periodos de diseño

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
Urbana de alto volumen de trafico	30 - 50
Rural de alto volumen de trafico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de trafico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de trafico	10 - 20

Fuente: Guía AASTHO 93

Para esta investigación se tomó un periodo de diseño $r = 20$ años.

Ejes equivalentes (W_{18}):

Para calcular este valor fue necesario realizar un estudio de tráfico, en donde se clasifico por tipos de vehículos y se obtuvo el IMDA:

Tabla 14. Estudio de tráfico

IMDa		
Automóvil		257
S. Wagon		158
Camionetas	Pick Up	73
	Panel	183
	Rural	112
Micro		96
Ómnibus	2E	107
	3E	7
	4E	0
Camión	2E	170
	3E	38
	4E	14
Semitraylers	2S1	3
	2S2	3
	2S3	9
	3S1	8
	3S2	8
	>=3S3	8
Traylers	2T2	7
	2T3	8
	3T2	4
	>=3T3	6

Fuente: elaboración propia.

Después proyectamos estos valores a un periodo de elaboración del expediente técnico, el cual fue de 2 años considerando las tasas de incremento de los automóviles livianos y pesados.

Luego, verificando las configuraciones de ejes y sus pesos respectivos se calculó la cantidad de ejes equivalentes para este estudio tomando en cuenta la siguiente relación.

Tabla 15. Relación de cargas por eje

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Luego determinamos el FCA factor de crecimiento acumulado con la siguiente formula:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Figura 24. Formula FCA

Donde r es la tasa de crecimiento, que para este diseño se consideró 3.69%, y n es la duración de vida efectiva el cual se consideró 20 años. Efectuando la ecuación tenemos un $FCA = 28.54$

La vía se compone de dos calzadas separadas por un divisor central, cada una con dos carriles en dirección opuesta, para ello se considera el siguiente factor direccional (Fd) y de carril (Fc)

Tabla 16. Factor de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Tomando en cuenta las variables halladas determinamos el ESAL con la siguiente ecuación:

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

Tabla 17. Cálculo de ESAL

Tasa anual de crecimiento	r:	3.69%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor de crecimiento acumulado	Fea	28.84
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 2 carriles por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.40
Número de ejes equivalentes	ESAL	8333995.46

Fuente: elaboración propia.

Modulo resiliente (M_R):

Para obtener el módulo resiliente del terreno natural o subrasante, es necesario determinar el CBR de la misma.

Para fines de estudio se empleó el CBR mínimo que indica la norma del MTC, el cual es de 6 %.

Tabla 18. Modulo resiliente por correlación CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M_R) (MPA)
6	8,043.00	55.45
7	8,877.00	61.20
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90
11	11,854.00	81.73
12	12,533.00	86.41
13	13,192.00	90.96
14	13,833.00	95.38
15	14,457.00	99.68
16	15,067.00	103.88
17	15,663.00	107.99
18	16,247.00	112.02

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para un CBR de 6% se tiene un $M_R = 8,043.00$ PSI o $M_R = 55.45$ MPA

Confiabilidad (%R)

La confiabilidad (R) se refiere a la probabilidad de que el pavimento flexible funcione adecuadamente a lo largo de su período de vida útil. Esto se define tomando en cuenta la cantidad de ejes equivalentes:

Tabla 19. Tipo de tráfico y nivel de confiabilidad.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para esa cantidad de ejes equivalentes se clasifica como un tráfico (Tp9), y se consideró un nivel de confiabilidad, $R = 90\%$

Desviación Estándar (Z_R)

Tabla 20. Desviación estándar normal

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para un tráfico tipo 9 se tiene una desviación estándar, $ZR = -1.282$.

Desviación estándar combinada (S_o)

El MTC en su manual de carreteras recomienda un valor entre los 0.40 y 0.50, para esta investigación se empleó una desviación estándar combinada $S_o = 0.45$

Índice de Serviciabilidad inicial

Tabla 21. Índice de Serviciabilidad inicial

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para un tráfico tipo 9 se tiene una desviación estándar $P_i = 4$.

Índice de Serviabilidad final

Tabla 22. Índice de Serviabilidad final

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	2.00
	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}		>30'000,000	3.00

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para un tráfico tipo 9 se tiene una serviabilidad final de 2.50

Numero estructural (SN_R)

Reemplazamos los valores en la ecuación de AASTHO y calculamos el (SN_R) número estructural requerido.

Tabla 23. Cálculo de numero estructural requerido.

Cargas debido al tránsito vehicular	ESAL(W18)	8333995.46
De la Subrasante	CBR	6%
Módulo de resiliencia de la subrasante	MR (psi)	8042.80806
Tipo de tráfico	Tipo	TP9
Fases	Fases	1
Nivel de confiabilidad	conf.	90
Desviación estándar normal	ZR	-1.2815516
Desviación estándar combinada	So	0.45
Índice de serviabilidad Inicial	Pi	4
Índice de serviabilidad final	Pt	2.5
Variación de serviabilidad	Δ PSI	1.5
Numero estructural requerido	(SN_R)	4.888

Fuente: elaboración propia.

Coeficiente estructural

a₁

Tabla 24. Coeficiente estructural (a₁)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a ₁ (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explicito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Para este diseño en particular, se consideró un factor estructural $a_1 = 0.170/cm$

a2

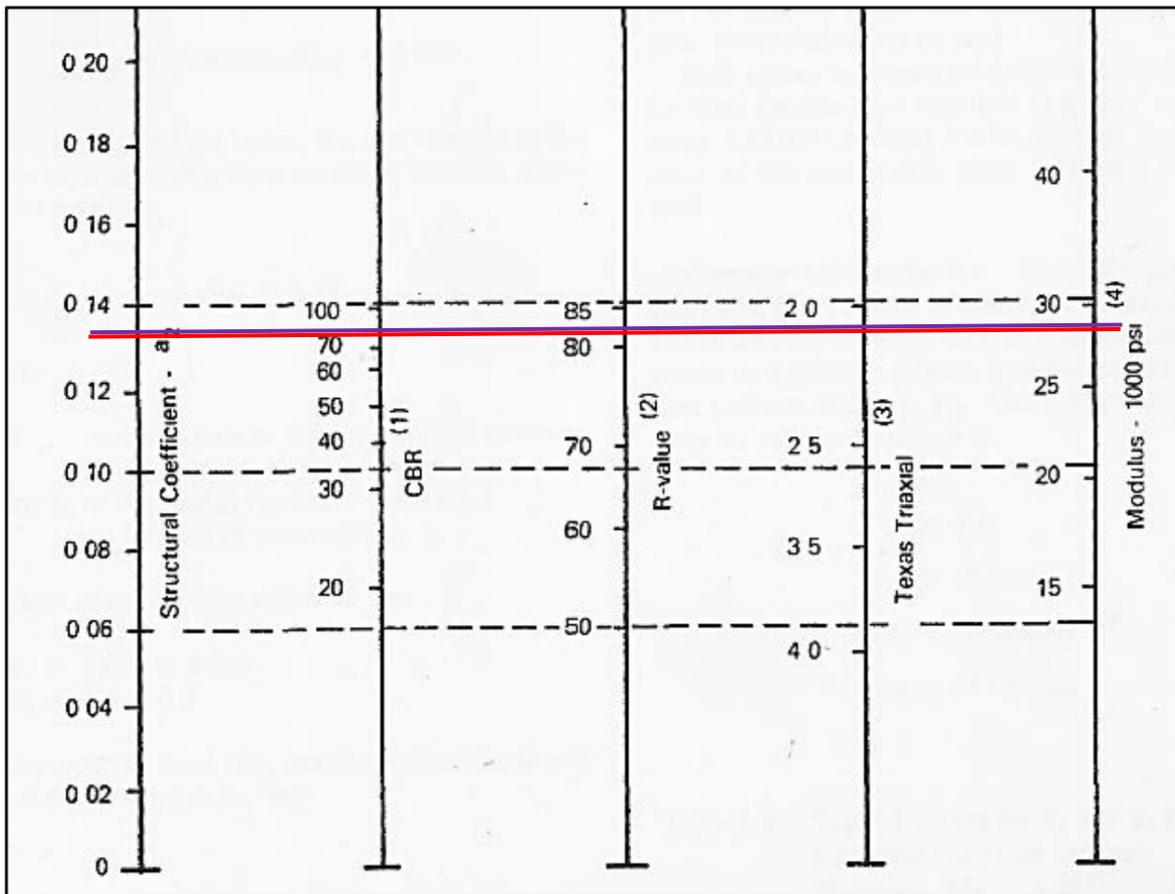


Figura 25. Gráfico para determinar coeficiente estructural (a2)

Para el diseño se empleó los CBR a un 95% de la MDS.

Para un CBR = 79.60% de la base compuesta por el material granular convencional se tuvo un coeficiente estructural $a_2 = 0.133$ y para un CBR = 80.20% de la base compuesta por el material granular con la incorporación del 3% de NaCl se tuvo un coeficiente estructural $a_2 = 0.134$

a3

Tabla 25. Coeficiente estructural (a3)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Coeficiente de drenaje (mi)

Tabla 26. *Coeficiente de drenaje para bases y subbases*

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: MTC/Manual de carreteras 2014.

Se tomo en cuenta una calidad de drenaje regular con una exposición a la saturación de 1 a 5%, en ese rango se optó por un coeficiente de drenaje $mi = 1.10$

Cálculo de espesores (d1, d2, d3)

Reemplazamos los valores en la formula y determinamos los espesores para cada una de las capas.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Figura 26.Cálculo de espesores.

Tabla 27. *Espesores de pavimento flexible con base de material granular convencional.*

d1 (cm)	d2(cm)	d3 (cm)
10	15	20
Carpera asfáltica	Base granular	Subbase granular

Fuente: elaboración propia.

Reemplazando valores se obtuvo un SN de 4.9285 que es mayor al SNr de 4.888.

Tabla 28. *Espesores de pavimento flexible con base material granular con adición de 3% de cloruro de sodio.*

d1 (cm)	d2(cm)	d3 (cm)
10 cm	15 cm	19 cm
Carpera asfáltica	Base granular	Subbase granular

Fuente: elaboración propia.

Reemplazando valores se obtuvo un SN de 4.8933 que es mayor al SNr de 4.888.

V. DISCUSIÓN

La presente indagación es de naturaleza aplicada, de diseño experimental y está enfocada en implementar nuevos métodos innovadores para la estabilización de material granular que compone la capa base de un pavimento flexible.

Para ello, proponemos como estabilizante añadir cloruro de sodio en distintos porcentajes, de tal forma que podamos comparar resultados y determinar que dosificación es la más óptima. Finalmente, a fines prácticos y de demostrar con mayor claridad los resultados obtenidos, se desarrolla un diseño de pavimento flexible, para la zona de estudio ubicada en la Av. San Nicolas.

La investigación inicio adquiriendo el material de la cantera UNICON, en la localidad de Jicamarca del Distrito de SJL. Otro componente fundamental fue el cloruro de sodio, el cual se obtuvo de la empresa dedicada a la elaboración de insumos industriales denominada ALIMAC.

Posteriormente se realizaron los ensayos donde se evaluaron las características físicas y mecánicas tanto del material convencional como del material modificado con la incorporación de cloruro de sodio en proporciones 3,4, y 5%. Los ensayos que se realizaron fueron bajo los requerimientos de la normativa ASTM y fueron los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216)
- Ensayo granulométrico (ASTM D6913)
- Límites de Atterberg (ASTM D4318)
- Grado de compactación (ASTM D1597)
- Ensayo de CBR (ASTM D 1883)

De los cuales se logró determinar distintas características propias del material, cuyos resultados más resaltantes se presentan a continuación:

Tabla 29. *Clasificación de las muestras.*

	CLASIFICACION DE MUESTRA + 3,4,5% DE CLORURO DE SODIO		
	AASTHO	SUCS	NOMBRE DEL GRUPO
Patron	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 3% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 4% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena
+ 5% de Cloruro de sodio	A-1- a (0)	GM	Grava limosa con arena

Fuente: elaboración propia.

Se muestra la clasificación del material según AASTHO y SUCS, esto se logra después de realizar los ensayos de análisis granulometría y límites de Atterberg. Estas metodologías de categorización de suelos nos indican que todas las muestras se ubican en el grupo A-1-a (0) según AASTHO y según SUCS se ubican en el grupo de las gravas limosas con arena (GM).

Tabla 30. *Resultados del Proctor modificado*

INDICADORES	MUESTRA				UND
	Patrón	+ 3% de Cloruro de sodio	+ 4% de Cloruro de sodio	+ 5% de Cloruro de sodio	
Máxima densidad seca	2.317	2.305	2.300	2.292	g/cm ³
Optimo contenido de humedad	5.8	6.4	6.6	7.0	%

Fuente: elaboración propia.

Con este ensayo determinamos la densidad máxima seca y el porcentaje adecuado de humedad. En la tabla 30 se aprecia los resultados obtenidos de la muestra convencional y de la muestra con adición de cloruro de sodio. En la cual podemos determinar que al agregar el NaCl en mayor proporción reducimos la MDS y aumentamos el contenido adecuado de humedad.

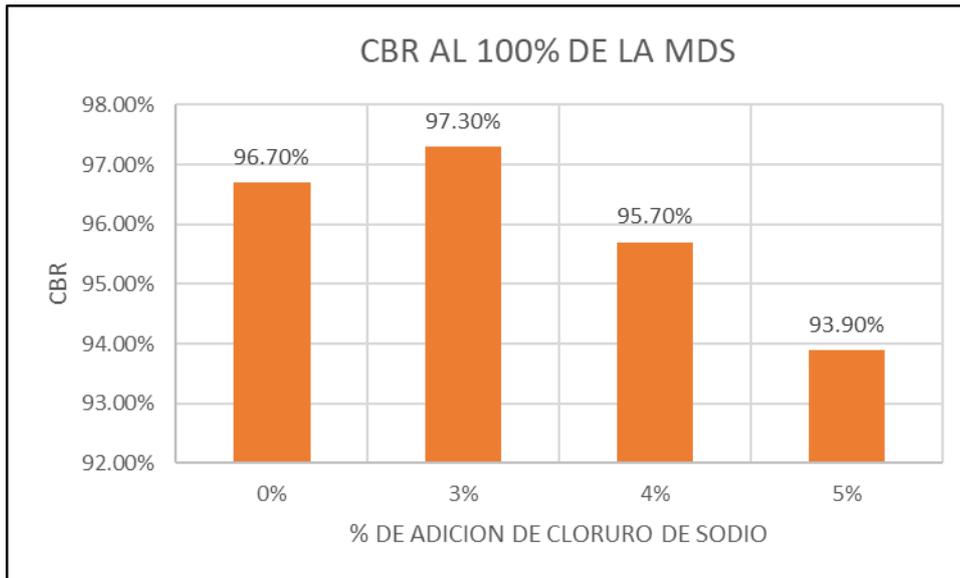


Figura 27. CBR al 100% de la MDS

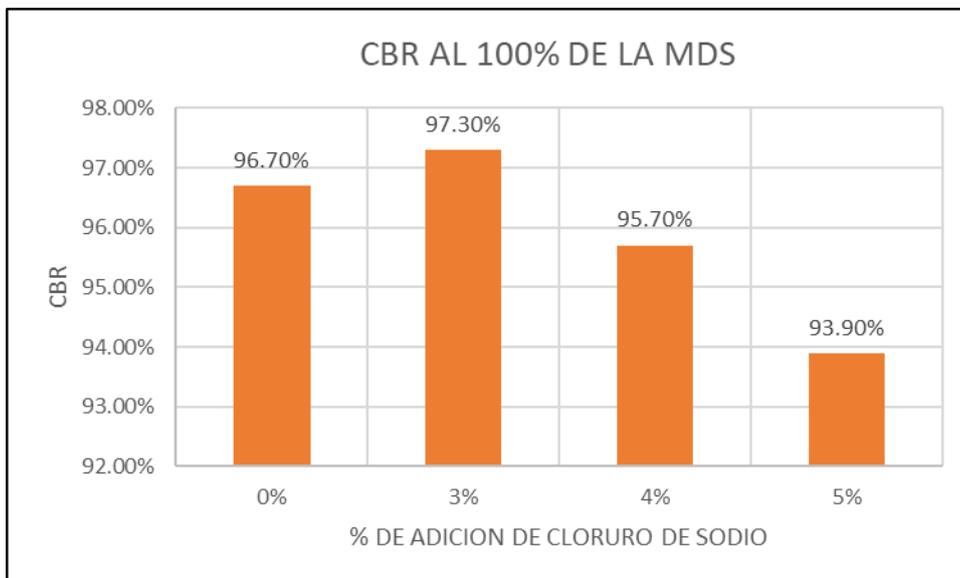


Figura 28. CBR al 95% de la MDS

Los resultados más positivos en cuanto a capacidad de soporte del material ocurren al añadir 3% de cloruro de sodio. Además, se nota que a medida que se incrementa la incorporación de NaCl, se reduce la capacidad de carga. Sin embargo, se evidencia un aumento mínimo al añadir 3% de cloruro de sodio con respecto a los resultados de la muestra patrón.

Para contrastar los resultados obtenidos tenemos a Alvarado, Pérez, Rosas y Quintana (2022) en su investigación que propuso estabilizar el suelo que rodea las redes de agua y alcantarillado con NaCl para evitar la producción de agujeros

producidos por filtraciones que debilitan el suelo y provocan colapso, se desarrollaron las pruebas de laboratorio a la muestra estándar y a la muestra con adición de NaCl en cantidades 1.5,3 y 4.5%. De los cuales, lograron reconocer que el suelo está conformado de un material arcilloso, arenoso de plasticidad media, clasificándose como “CL” según SUCS y “A-6” según AASTHO.

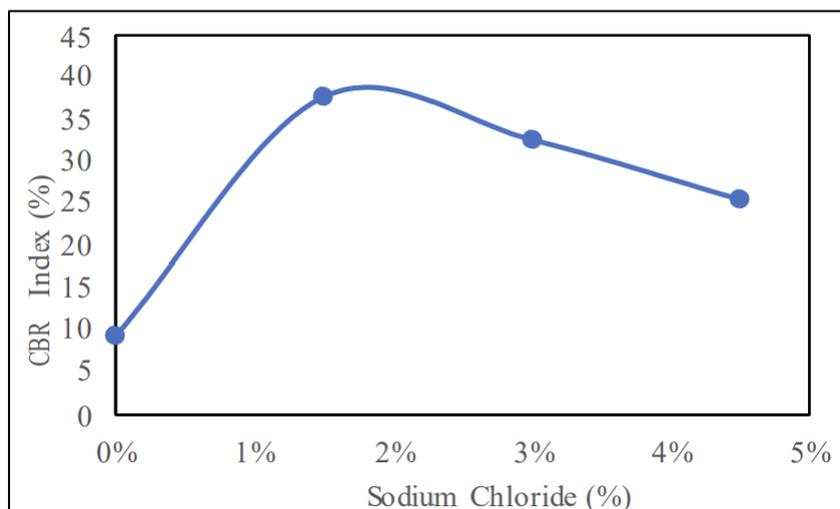


Figura 29. Índice de CBR basado en porcentaje de NaCl.

Los mejores resultados se obtuvieron al agregar 1.5% de NaCl al suelo arcilloso, ya que influyó de manera positiva en sus propiedades, destacando un aumento del 315% en el índice de CBR. Así mismo, se observó que al añadir más cloruro de sodio disminuye el CBR, demostrado que a menor dosificación mayores resultados favorables, es necesario tener en cuenta el tipo de suelo que se empleó para realizar esta investigación, ya que de eso dependerá el éxito de la estabilización con este tipo de adiciones.

Por otro lado, Ramkumar y Nadakuditi (2018), en su investigación que se enfocó en estudiar la variación del parámetro CBR de un suelo estabilizado con NaCl comparándolo con el mismo suelo sin estabilizar. Para realizar una mejor evaluación se agregó cloruro de sodio en dosificaciones de 2,4,6,8 y 10%, con ello se pudo determinar el comportamiento mediante los resultados de las pruebas de laboratorio e identificar en que punto ocurre el resultado más favorable. Esta investigación tuvo como unidad de análisis un suelo denominado de algodón negro propio de la localidad.

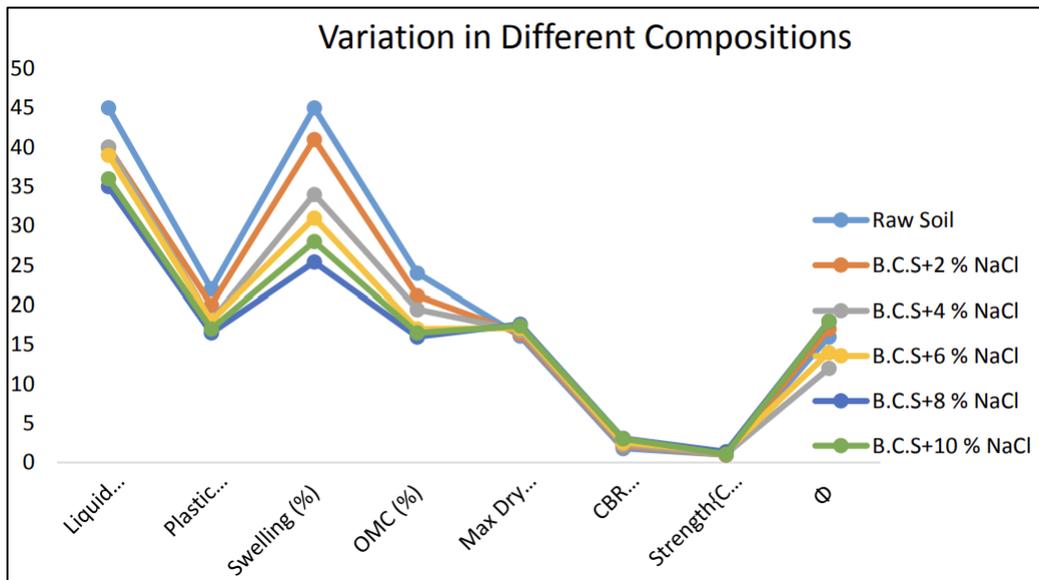


Figura 30. Resultados estabilización de suelo de algodón negro con NaCl

En los resultados se evidencia el aumento de CBR al añadir mayor cantidad de cloruro de sodio.

También Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020) en su estudio que tuvo como finalidad beneficiar a las propiedades del suelo empleando cloruro de calcio, esta investigación se centra en disminuir la liberación de partículas en suspensión en el Malecón Huaycoloro. Esta investigación tuvo como resultado un aumento de 64.52% en el indicador CBR al incorporar 40% de cloruro de calcio por metro cubico de material base. Así mismo, se realizó un diseño con los resultados de las dos muestras y ocurrió una reducción de 5cm en el espesor de la capa base en el diseño con el material estabilizado.

Capa		Base sin estabilizar	Base estabilizada
Carpeta Asfáltica	D1 (cm)	15	15
Base	D2(cm)	20	15

Figura 31. Dimensionamiento de espesores

VI. CONCLUSIONES

1. Se logro reconocer las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible, siendo un material según el sistema de clasificación SUCS GM (Grava limosa con arena) y de acuerdo a AASTHO A-1- a (0), además, posee un contenido de humedad natural del 2.35 %. Por otro lado, en cuanto a sus propiedades mecánicas, posee una MDS de 2.317 g/cm^3 con una humedad optima de 5.8 %, el CBR al 100% de la MDS seca es de 96.70% y al 95% de la MDS es de 79.60%, cumpliendo con los requisitos mínimos que indica la norma técnica de pavimentos urbanos CE 010, para materiales de bases granulares en pavimentos flexibles.
2. Se identificaron las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio, teniendo como propiedades físicas que el porcentaje de humedad natural disminuye al agregar mayor cantidad de cloruro de sodio, esto debido a la propiedad higroscópica de la adición. Para todas las muestras con las distintas dosificaciones se tuvo la clasificación según SUCS GM (Grava limosa con arena) y de acuerdo a AASTHO A-1- a (0). En las propiedades mecánicas se observó que a medida que se añade el cloruro de sodio en mayor proporción disminuye la MDS y aumenta el porcentaje adecuado de humedad, destacando que se obtuvo la mayor densidad seca añadiendo 3% de cloruro de sodio la cual fue de 2.305 g/cm^3 . En cuanto a CBR se obtuvo el resultado más favorable al agregar 3% de cloruro de sodio, siendo de 97.30% y 80.20% al 100% y 95% de la MDS respectivamente. Se evidencio una mejora mínima en el CBR de 0.60% en el material con 3% de cloruro de sodio con respecto a los resultados de la muestra convencional.
3. En el diseño de pavimento realizado con los resultados de la muestra convencional y la muestra con incorporación de 3% de cloruro de sodio, reconocemos que existe una disminución mínima de 1 centímetro en la capa subbase. Esto demuestra el aporte mínimo del NaCl como estabilizante al material granular que compone la base de un pavimento flexible.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para la obtención del material base, es recomendable adquirirla de una cantera que trabaje con los requerimientos mínimos de los materiales según su uso dictadas por la norma CE 010.
2. Al realizar los ensayos de laboratorio es fundamental desarrollarlos de acuerdo a la normativa vigente para asegurar la validez de los resultados.
3. Se recomienda que al realizar la incorporación de cloruro de sodio al material granular, se realice de forma gradual buscando una mezcla homogénea, y obtener resultados más precisos mediante los ensayos.
4. No se recomienda el cloruro de sodio para la estabilización de material granular que conforma la base de pavimentos flexibles, ya que, presenta aporte mínimo con adiciones menores o iguales al 3%.
5. El estudio de tráfico debe realizarse con mayor énfasis en las horas pico, ya que durante ese horario el pavimento recibirá la mayor cantidad de carga debido al tráfico.
6. Para ejecutar el diseño de pavimento flexible es de suma importancia calcular correctamente el ESAL, ya que, en función a las cargas del tránsito que soporta el pavimento se proponen los espesores de las capas.

REFERENCIAS

ACEVEDO Irene. Aspectos éticos en la investigación científica [En línea]. 8, n.º 1. [Fecha de consulta: 21 de setiembre del 2022].

Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532002000100003

ISSN: 0717-9553

AJAY Ch y DURGA Rani. Caracterización de escorias de ferrocromo y su compatibilidad con polvo de cantera en pavimento flexible [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://doi:10.1088/1755-1315/982/1/012008>

SCI: 982 012008

ALVARADO Cinthya, PÉREZ Aaron, ROSAS Andrea y QUINTANA Rosa. Cloruro de sodio para la estabilización de suelos urbanos [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 30 de setiembre del 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.345>

ISSN: 2414-6390

ANISSA Tajudin y CLEMENT Akira. Respuesta mecanicista del pavimento flexible al manual de pavimento de carreteras de Indonesia de 2017 con base tratada con cemento (CTB) [En línea]. 852, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi:10.1088/1757-899X/852/1/012053>

ISSN: 1757-8981

APINUN Buritatum, SUKSUN Horpibulsuk, ARTIT Udomchai, APICHAT Suddeepong, THAWORN Takaikaew, NOPPARAT Vichitcholchai, JITWADEE Horpibulsuk Y ARUL Arulrajah. Mejora de la durabilidad de una base de pavimento estabilizado con cemento utilizando látex de caucho natural [En línea]. 3, n.º 143. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100518>

ISSN: 2450 - 732X

ARIAS José, HOLGADO Julio, TAFUR Tania, VASQUEZ María. Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis [En línea]. 68, n.º 2. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>

ISBN: 978-612-5069-04-7

ARIAS Jesús, VILLASIS Miguel, MIRANDA María. El protocolo de investigación III [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2023].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

ISSN: 0002-5151

BARBIERI Diego, LOU Baowen, JASON Robert, CHEN Hao, ZHAO Pengxiang, MEMON Ali y HOFF Inge. Bentonita cálcica y bentonita sódica como estabilizadores de carreteras sin consolidar [En línea]. 6, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100372>

BUALUANG Thanon, JITSANGIAM Peerapong, TEEWARA Suwan, RATTANASAK Rattanasak, NAPAT Jakrawatana, KALAPAT Nanticha Y NIKRAZ Hamid. Ligante no OPC basado en un material híbrido concepto para la construcción sostenible de bases de carreteras hacia una sociedad baja en carbono [En línea]. 14, n.º 374. [Fecha de consulta: 27 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.06.060>

ISSN: 2238-7854

CHANDRA Dubal y Mandal J. Investigaciones de laboratorio sobre pavimento asfáltico recuperado (RAP) para utilizarlo como capa base de pavimento flexible [En línea]. 1, n.º 189. [Fecha de consulta: 23 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.069>

ISSN: 1877 - 7058

CHAVARRY Carlos, FIGUEROA Rosario y Reynaga Rossy. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas [En línea]. 5, n.º 6. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi:10.23857/pc.v5i6.1465>

ISSN: 2550 - 682X

EBRAHIM Ahmed y BEHIRY Abu. Utilización de hormigón reciclado tratado con cemento agregados como capa base o subbase en Egipto [En línea]. 1, n.º 4. [Fecha de consulta: 21 de setiembre del 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2013.02.005>

ISSN: 2090-4479

GÓMEZ Yeiralym, VILLANUEVA Samuel y HENRÍQUEZ Magaly. Tecnologías para la obtención del cloruro de sodio (nacl) grado farmacéutico [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 27 de setiembre del 2022].

Disponible en: [2190-Texto del artículo-2209-1-10-20010108 \(2\).pdf](2190-Texto del artículo-2209-1-10-20010108 (2).pdf)

ISSN: 2343-6115

GUERRA Pedro, GUERRA César. Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible.20, n.º 20. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

Recuperado de: www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000200008

ISSN: 2071-081X

INSTITUTO de la Construcción y Gerencia (Perú). CE. 010, of. 2010: Norma técnica de pavimentos urbanos.

Lima: INN, 2010, 68 pp.

KUMAR Pradeep y SHUKLA Shaline. Construcción de pavimentos flexibles utilizando diferentes materiales de desecho: Una revisión [En línea]. 65, n.º 2. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.713>

ISSN: 1703-1710

LOPEZ Pedro. Población muestra y muestreo. [En línea]. 9, n.º 8. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022].

Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

ISSN: 1815-0276

MAGHOOL Farshid, ARULRAJAH Arul, GHORBANI Behnam y HORPIBULSUK Suksun. Propiedades de resistencia y deformación permanente de residuos de demolición, vidrios y plásticos estabilizados con betún espumado para bases de pavimento [En línea]. 320, n.º 1. [Fecha de consulta: 26 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126108>

ISSN: 6838 - 5994

MARTINEZ, Catalina. Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2017 [fecha de consulta: 03 de noviembre del 2021].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=iiTHAwAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s

ISBN: 8436268229

MEHMET Acar. Usabilidad de las escorias volcánicas de Kayseri como material de relleno en caminos pavimentados flexibles En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 29 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi:10.17341/gazimmfd.870466>

ISSN: 1304 - 4915

MENA Souliman, HEMANT GC Y ZABI Mohammed. Mejora del rendimiento de los pavimentos flexibles utilizando bases de áridos tratadas en comparación con las no tratadas: Un estudio de caso comparativo en el sur de Estados Unidos [en línea]. 6, n.º 8. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/infrastructures6080110>

ISSN: 2412-3811

MOJTABA Baghini y AMIRUDDIN Ismail. Desempeño de congelación-descongelación y resistencia al daño inducido por la humedad de la capa base estabilizada con aditivos de cemento Portland-emulsión bituminosa de fraguado lento [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2015/348691>

ISSN: 348-691

OTZEN Tamara, MANTEROLA Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio [En línea]. 35, n.º 1. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

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

ISSN: 0717-9502

MONSALVE Keila, RODRIGUEZ Andrés, TORRADO Francisco, VERGARA Jorge. Patologías de la estructura vial del pavimento rígido. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

Recuperado de:

<https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/download/75/47>

ISSN: 2805-9832

PARRA Cecilia, RHEA Bertha y GOMEZ Conrado. Procedimiento metodológico para el estudio de procesos servuctivos de restauración [En línea]. 64, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022].

Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422019000100009

ISSN: 0186-1042

PERALTA Nadia, CASTELLARO Mariano y SANTIBAÑEZ Cristian. El análisis de datos textuales como metodología para el abordaje de la argumentación: una investigación con estudiantes de pregrado en universidades chilenas [En línea]. 25, n.º 1. [Fecha de consulta: 23 de setiembre del 2022].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34322020000100209#:~:text=Se%20trata%20de%20una%20metodolog%C3%ADa,por%20ejemplo%2C%20al%20sistema%20educativo.

ISSN: 0123-3432

PÉREZ Aaron, ROSAS Luz Y ALVARADO Hernán, Estabilización con Cloruro de Sodio de Suelos Urbanos Propensos a Fenómenos de Tubing [En línea]. 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 29 de setiembre del 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.345>

ISSN: 2414-6390

RAMKUMAR Guttikonda Y NADAKUDITI Abhilash, Estabilización de suelo de algodón negro con cloruro de sodio [En línea]. 4, n.º 1. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://www.ijariit.com/manuscripts/v4i1/V4I1-1142.pdf>

ISSN: 2454-132X

REVISTA Diseño de pavimentos [en línea]. Venezuela: Canva, 2023 [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

Recuperado de:

https://issuu.com/abiliozerpa/docs/revista_de_pavimentos_compressed

ISSN: 1294-3780

RODRÍGUEZ Mario, ECHAVEGUREN Tomas, THENOUX Zeballos. Inclusión de confiabilidad en el método de diseño de pavimentos flexibles AASHTO-93 integrando modelos de deterioro de pavimentos [En línea]. 16, n.º 2. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2017000200284

ISSN: 0718-915X

RUS, Enrique. Tipos de investigación. Economipedia, 2020 [en línea].

Recuperado de: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2043>

SALCEDO Danyela, OVALLOS Yosmar y RANGEL Camilo. Efecto del cloruro de sodio (nacl) como agente estabilizante de suelos arcillosos potencialmente expansivos en la ciudad de Cúcuta, norte de Santander [En línea]. 12, n.º 1. [Fecha de consulta: 29 de setiembre del 2022].

Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.25213/2216-1872.103>

ISSN: 8564-5645

SÁNCHEZ Maream, FERNÁNDEZ Mariela Y DIAZ Juan, Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo [En línea]. 8, n.º 1. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

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

ISSN: 0717-9502

SOULIMAN Mena, BASTOLA Nitish y ZEIADA Waleed. Análisis mecanicista y costo-efectividad de bases tratadas con cemento en pavimento flexible [En línea]. n.º 1. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2022].

Disponible en: <https://doi:10.11159/icgre20.1573>

ISSN: 2371-5294

SUN Xiaohui, HAN Jie, FEI Jianbo, GUO Jun y ZHANG Wuyu. Pavimentos flexibles estabilizados con geosintéticos: Derivación de soluciones y análisis mecanicista-empírico [En línea]. 48, n.º 4. [Fecha de consulta: 22 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.02.005>

ISSN: 3438 - 6914

UNGER Wilson, GUTIERREZ Luis, MOTTA Rosangela y BARIANI Liedi. Mezcla Asfáltica Reciclada en Frío usando 100% RAP con Emulsionado. Agente de reciclaje de asfalto como capa base de un nuevo pavimento [En línea]. 2020, n.º 1. [Fecha de consulta: 24 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/5863458>

ISSN: 5863458

VAITKUS Audrius, GRAŽULYTE Judita, KRAVCOVAS Igoris y MICKEVIC Rafal. Comparación de la capacidad portante de estructuras de pavimento con Cursos Base Reciclados en Planta Central Sin Consolidar y en Frío Basado en datos de FWD [En línea]. 1, n.º 28. [Fecha de consulta: 26 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13116310>

ISSN: 1206 - 7436

YANG Zhang, BORA Cetin y TUNCER Edil. Investigaciones de laboratorio sobre pavimento asfáltico recuperado (RAP) para utilizarlo como capa base de pavimento flexible [En línea]. 1, n.º 13. [Fecha de consulta: 25 de setiembre del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su132212714>

ISSN: 1377 - 7158

ZAMBRANO María, TEJEDA Eduardo. Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles [En línea]. 13, n.º 3. [Fecha de consulta: 09 de mayo del 2023].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007002>

ISSN: 1990-8830

ZHU Jian – Hua, ZAMAN M. y LAGUROS G. Módulo resiliente y microestructura de agregado base/subbase estabilizada con polvo de horno de cemento [En línea]. 39, n.º 6. [Fecha de consulta: 26 de setiembre del 2022].

Disponible en: https://doi.org/10.3208/sandf.39.6_33

ISSN: 2186 – 3497

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Pavimento flexible con adición de cloruro de sodio a la base como estabilizante, Av. San Nicolas, Lima – 2022

Autor: Angulo Torres, Cristian Gonzalo

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cloruro de sodio	Según, Gómez Villanueva y Henríquez (2019), El cloruro de sodio (NaCl) o conocido comúnmente como sal de mesa, es un sólido cristalino que no presenta color y es soluble en agua. Es una materia prima fundamental debido a su gran variedad de propiedades en los diferentes campos industriales, destacando su presencia en la industria alimentaria y farmacéutica, gracias a que funciona como un antiséptico natural. Generalmente el cloruro de sodio se consigue del agua de mar, la cual después de pasar por una serie de procesos nos da como resultado la materia cristalina que hoy conocemos como sal de mesa.	Se medirá a partir de la adición de distintos porcentajes de cloruro de sodio al material de la base de un pavimento flexible para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.	Dosificación de cloruro de sodio	Muestra convencional (Sin cloruro de sodio)	De razón
				Muestra convencional + 3% de cloruro de sodio	
				Muestra convencional + 4% de cloruro de sodio	
				Muestra convencional + 5% de cloruro de sodio	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estabilización de la capa base	Según Kumar y Shukla (2022) la capa base se encuentra ubicada sobre la subbase y debajo de la carpeta asfáltica. Además, es la capa que soporta la mayor concentración de esfuerzos producido por el tránsito vehicular, por ello, debe estar compuesta por materiales con gran capacidad de soporte. Comúnmente esta capa necesita un mejoramiento (estabilización) para poder soportar las cargas del tránsito y transmitir las correctamente a las capas inferiores.	Se determinará a partir de ensayos de laboratorio donde compararemos muestras con y sin cloruro de sodio, identificando si se logró estabilización óptima. Luego se realizará el diseño de pavimento flexible a partir de los resultados arrojados por laboratorio	Propiedades físicas y mecánicas	Análisis Granulométrico	De razón
				Grado de Contenido de humedad	
				Límites de atterberg	
				Grado de compactación	
				Capacidad portante	
			Diseño de pavimento flexible	Espesor de carpeta asfáltica	De razón
				Espesor de capa base	
Espesor de capa subbase					

ANEXO 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Pavimento flexible con adición de cloruro de sodio a la base como estabilizante, Av. San Nicolas, Lima - 2022

Autor: Angulo Torres, Cristian Gonzalo

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente (X)			
¿Como influye la adición de cloruro de sodio al material que compone la base de un pavimento flexible?	Determinar la influencia de la adición de cloruro de sodio al material que compone la base de un pavimento flexible.	Adicionando cloruro de sodio a la capa base de un pavimento flexible mejoramos las propiedades físicas y mecánicas del material que la compone.	Cloruro de sodio	Dosificaciones de cloruro de sodio	Muestra convencional (Sin cloruro de sodio) Muestra convencional + 3% de cloruro de sodio Muestra convencional + 4% de cloruro de sodio Muestra convencional + 5% de cloruro de sodio	Material granular y cloruro de sodio
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y)			
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible?	Reconocer las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la base de un pavimento flexible	Se logró reconocer las propiedades físicas y mecánicas de la base de un pavimento flexible	Estabilización de la capa base	Propiedades físicas Y mecánicas	Porcentaje de humedad	Ensayo de contenido de humedad (ASTM D 2216)
					Análisis Granulométrico	Ensayo granulométrico (ASTM D 6913)
					Límites de Atterberg	Ensayo de limite líquido Ensayo de limite plástico (ASTM D 4318)
					Grado de Compactación	Ensayo de Proctor modificado (ASTM D 1597)
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio?	Identificar las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio	Se logro identificar las propiedades físicas y mecánicas del material granular que compone la capa base de un pavimento flexible con la adición de distintas dosificaciones de cloruro de sodio			Capacidad portante	Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) (ASTM D 1883)
¿Cuál es la diferencia entre los diseños estructurales de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio?	Realizar la comparación del diseño estructural de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio	Se realizó la comparación entre el diseño estructural de un pavimento flexible con una capa base sin estabilizar y una estabilizada con cloruro de sodio		Diseño de pavimento flexible	Espesor de la carpeta asfáltica Espesor de capa base Espesor de capa subbase	AASHTO 93 AASHTO 93 AASHTO 93

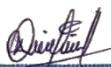
ANEXO 3 FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Tabla 1. Ficha de recolección de datos para ensayos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO	
AUTOR	
LABORATORIO	

N° DE TAMIZ	ABERTURA (mm)	NORMA DE ENSAYO	% O PESO			
			RET.	PASA	RET.	PASA
3"	76.200	NTP 33x9.128(99)				
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760					
N° 6	3.360					
N° 8	2.380					
N° 10	2.000					
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.426					
N° 50	0.297					
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
- N° 200	-	NTP 339.132(99)				
LIMITE LIQUIDO (%)		NTP 3 39,129(99)				
INDICE PLASTICO (%)		NTP 3 39,129(99)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 3 39.127				
CLASIFICACION SUCS		NTP 3 39,135(99)				
CLASIFICACION AASHTO		NTP 3 39,134(99)				



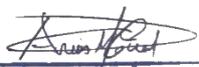
JUAN I. ARAYA POMA MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 149457

FRIMA Y SELLO



Rafael Elmer Quispe Remicio
 ING. CIVIL / CIP. N° 172841

FRIMA Y SELLO



Ing. ARIAS GUERE MARCE
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 125895

FRIMA Y SELLO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO + MOLDE (gr)				
PESO DEL MOLDE (gr)				
PESO DEL SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr/cm3)				
TARA N°	T1	T2	T3	T4
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)				
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)				
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DEL AGUA (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				

CONTENIDO DE AGUA (%)				
PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm3)				



ENSAYO DE CBR

	1	2	3
ENERGIA DE COMPACTACION (%)			
DENSIDAD (gr/cm3)			
HUMEDAD (%)			
ABSORCION (%)			
HINCHAMIENTO (%)			
INDICE C.B.R.			

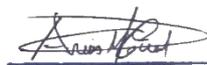
Fuente: Elaboracion propia


JUAN J. ARVAIPIOMA MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 199457

FRIMA Y SELLO


Rafael Elmer Quispe Remicio
 ING. CIVIL / CIP N° 172941

FRIMA Y SELLO


Ing. AMAS GÜERE MARCE
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 175895

FRIMA Y SELLO

Tabla 2. Estudio de clasificación vehicular

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION	
SENTIDO		DIA	
UBICACIÓN		FECHA	

Día	Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitrailers					Trailers				
			Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
0 - 1																						
1 - 2																						
2 - 3																						
3 - 4																						
4 - 5																						
5 - 6																						
6 - 7																						
7 - 8																						
8 - 9																						
9 - 10																						
10 - 11																						
11 - 12																						
12 - 13																						
13 - 14																						
14 - 15																						
15 - 16																						
16 - 17																						
17 - 18																						
18 - 19																						
19 - 20																						
20 - 21																						
21 - 22																						
22 - 23																						
23 - 24																						

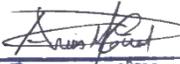
Fuente: Elaboracion propia


 JUAN I. ARPAIPIOMA MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 109457

FRIMA Y SELLO


 Rafael Eriber Quispe Remicio
 ING. CIVIL / CIP. N° 172041

FRIMA Y SELLO


 Ing. ARIAS GUERE MARCE
 INGENIERO CIVIL
 CIR N° 123095

FRIMA Y SELLO

ANEXO 4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023		
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGL-EMS-23-055
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LM S-2023-055
MATERIAL	: BASE GRANULAR		FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	:		FECHA DE ENSAYO: 29/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	: GM	MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total	
Prueba	N°	1	/
Tara (Recipiente)	N°	C-T09	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12198.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	11933.0	
Peso del Recipiente	g.	646.0	
Peso del Agua	g.	265.0	
Peso del Suelo Seco	g.	11287.0	
Humedad	%	2.3	
Promedio de Humedad	%	2.3	
RESULTADOS OBTENIDOS			
Material		Humedad (%)	
Muestra Total		2	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Horno :	HN02	N° de Certificado :	291-CT-T-2022
N° Balanza O1 :	BL12	N° de Certificado :	256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ			

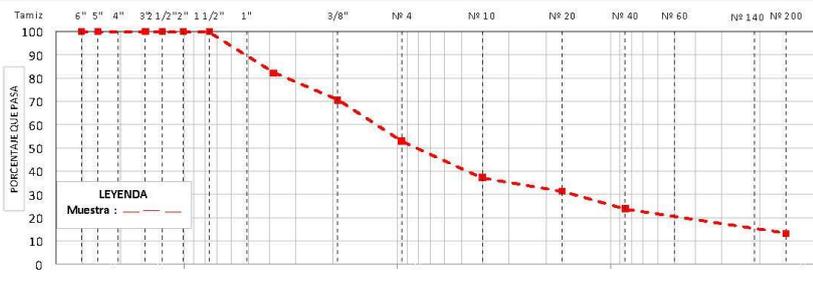


LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-055
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO:	AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-055
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 01/05/2023

TAMIZ ASTM E 11	SI	SM (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
				RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"		152.400					MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"		127.000					Peso Total Seco: 12879.0 g			
4"		101.600					Peso Fracción < 3": - g			
3"		76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 603.2 g			
2 1/2"		63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"		50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C Cocina			
1 1/2"		38.100	0	0.0	0.0	100.0				
1"		25.400	867.0	6.7	6.7	93.3				
3/4"		19.000	1432.0	11.1	17.9	82.1				
1/2"		12.700	0							
3/8"		9.500	1489.0	11.6	29.4	70.6				
1/4"		6.350								
N° 4		4.750	2287.0	17.8	47.2	52.8	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
N° 8		2.360					AASHTO: 0.0 ASTM D 2487: GM			
N° 10		2.000	179.2	15.7	62.9	37.1	A-1-a (0)			
N° 15		1.180					100.0			
N° 20		0.840	65.6	5.7	68.6	31.4	% DE PARTICULAS			
N° 30		0.600					BLOQUES: 0.0			
N° 40		0.425	88.4	7.7	76.4	23.6	BOLONES: 0.0			
N° 50		0.300					GRAVA: 47.2			
N° 60		0.250	45.2	4.0	80.3	19.7	ARENA: 39.7			
N° 80		0.177					FINOS: 13.1			
N° 100		0.150					Observaciones: NINGUNA			
N° 140		0.106	49.6	4.3	84.7	15.3	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 200		0.075	25.4	2.2	86.9	13.1				
< 200		FONDO	149.8	13.1	100.0		ASTM D4318 L.L.: NF LP: NF IP: NF			

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual <input checked="" type="checkbox"/>	Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
			N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
			N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
Observaciones: NINGUNA.						

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTORIA HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.P.F. 5480

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LMI-010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023																									
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES																									
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-055																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)																										
Tarro (Recipiente)	N°																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
LIMITE PLÁSTICO																										
Tarro (Recipiente)	N°																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
DATOS DE LA MUESTRA																										
MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL																									
Clasificación SUCS (ASTM D2487):	GM																									
TEMPERATURA DE SECADO																										
Metodo de Secado:	Horno																									
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C																									
Agua Utilizada:	Destilada																									
Número de Golpes, N																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>			N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
Ecuación de cálculo:																										
$LL = W_n (N / 25)^{0.121} \text{ o } LL = KW^a$																										
Donde N = Número de golpes.																										
Wn = Contenido de Humedad.																										
K = Factor para Limite Liquido.																										
RESULTADOS OBTENIDOS																										
LIMITES																										
LIQUIDO	PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO																								
NP	NP	NP																								
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02																								
		N° Casagrande: CCM02																								
		N° Balanza O1: BL16																								
Observaciones:	NINGUNA.																									
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																										
 																										

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICION DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LM S-2023-055
MATERIAL	: BASE GRANULAR	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	:	FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE
Retenido en el Tamiz 3/4" :	17.9 %	Equipo de Compactación: Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	29.4 %	Molde N°: 5
Retenido en el Tamiz N°4 :	47.2 %	Peso de Molde: 7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde: 2118 cm ³
Determinación (Puntos)		DATOS DE LA MUESTRA
Peso de Suelo + Molde	g. 11897 12083 12267 12265	Muestreado por: LEM-ENGIL SRL
Peso de Molde	g. 7101 7101 7101 7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4796 4982 5166 5164	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Volumen del Molde	cm ³ 2118 2118 2118 2118	ASTM D2487 -
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.264 2.352 2.439 2.438	
Tara (Recipiente)	N° - - - -	Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 692.4 794.3 861.4 737.8	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 684.8 777.0 834.0 700.0	RESULTADOS OBTENIDOS
Peso de Tara (Recipiente)	g. 204.1 289.3 323.2 195.4	Máxima Densidad Seca (g/cm ³): 2.317
Peso de Agua	g. 7.6 17.3 27.4 37.8	Óptimo Contenido de Humedad (%): 5.8
Peso del Suelo Seco	g. 480.7 487.7 510.8 504.6	
Contenido de Agua	% 1.6 3.5 5.4 7.5	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.229 2.272 2.315 2.268	
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD		
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/> N° de Horno: HN02 N° de Certificado: 291-CT-T-2022	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
	N° Balanza 01: BL09 N° de Certificado: 256-CM-M-2022	
	N° Balanza 02: BL12	
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 - San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email. : lem_engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023 SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022 UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA MATERIAL: BASE GRANULAR PROCEDENCIA: CANTERA UNICON - JICAMARCA													
N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS.23.856 CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056 FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023 FECHA DE ENSAYO: 05/05/2023													
Molde N°	1B	3B	15B										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	12459	12474	12964	12998	12650	12689							
Peso de molde (g)	7265	7265	8062	8062	8011	8011							
Peso del suelo húmedo (g)	5194	5209	4902	4936	4639	4678							
Volumen del molde (cm ³)	2120	2120	2105	2105	2103	2103							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2450	2457	2329	2345	2206	2224							
% de humedad	5.8	6.1	5.8	6.5	5.8	6.7							
Densidad seca (g/cm ³)	2317	2317	2201	2202	2086	2085							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2317	2317	2317	2317	2317	2317							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	-	-	-	-	-	-							
Tarro + Suelo húmedo (g)	1233.4	1348.6	893.5	908.4	878.1	954.5							
Tarro + Suelo seco (g)	1183.1	1289.4	871.0	861.2	840.0	915.0							
Peso del Agua (g)	50.3	59.2	22.5	47.2	38.1	39.5							
Peso del tarro (g)	309.5	312.2	483.4	134.3	178.9	324.4							
Peso del suelo seco (g)	873.6	977.2	387.6	726.9	661.1	590.6							
% de humedad	5.8	6.1	5.8	6.5	5.8	6.7							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
05-may-23				NO EXPANSIVO									
06-may-23													
07-may-23													
08-may-23													
09-may-23													
Sub Total													
Total													
PENETRACIÓN													
PENETRACION p u l g	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1B				MOLDE N° 3B				MOLDE N° 15B			
		CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		194.0	9.8			94.0	4.7			79.0	3.9		
0.050		464.0	23.1			224.0	11.3			203.0	10.3		
0.075		796.0	40.6			443.0	22.6			312.0	15.9		
0.100	70.31	1042.0	53.3	68.0	96.7	712.0	36.4	56.0	79.6	398.0	20.3	30.0	42.7
0.125		1389.0	71.1			1023.0	52.3			634.0	27.2		
0.150		1882.0	96.4			1356.0	69.4			714.0	36.5		
0.175		2234.0	114.5			1743.0	89.3			845.0	48.3		
0.200	105.00	2714.0	139.1	148.0	141.0	2132.0	109.3	124.0	118.1	1165.0	59.6	63.0	60.0
0.300		3703.0	189.9			3092.0	158.5			1664.0	84.7		
0.400		4310.0	221.1			3762.0	192.9			2043.0	104.7		
0.500		4913.0	252.0			4156.0	213.2			2564.0	131.4		
PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> PRENSA CBR: PCBR-LE-01 N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022													
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



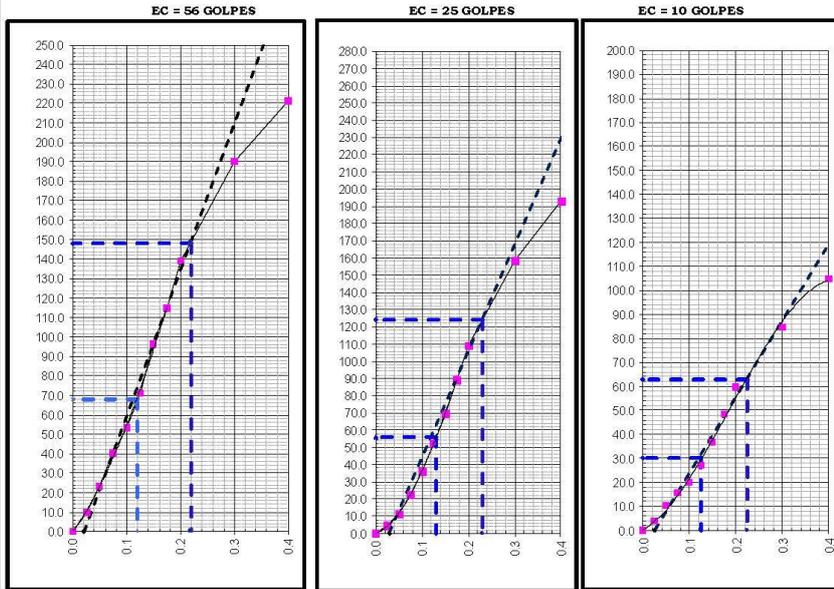
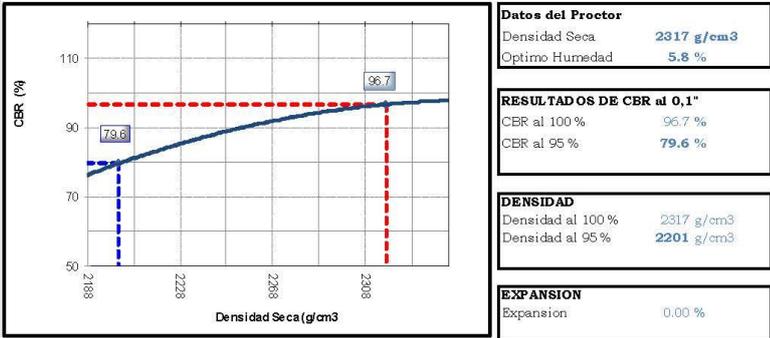
**LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD**

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
-----------------------	---	---------------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023
SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES
PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022
UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA
MATERIAL: BASE GRANULAR
PROCEDENCIA: CANTERA UNICON - JICAMARCA

N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-056
N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056
FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
FECHA DE ENSAYO: 09/05/2023

GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.






LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-056
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 29/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total
Prueba	N°	1
Tara (Recipiente)	N°	D-T32
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	14933.0
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	14653.0
Peso del Recipiente	g.	543.0
Peso del Agua	g.	280.0
Peso del Suelo Seco	g.	14110.0
Humedad	%	2.0
Promedio de Humedad	%	2.0
RESULTADOS OBTENIDOS		
Material	Humedad (%)	
Muestra Total	2	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Horno :	HN02	N° de Certificado : 291-CT-T-2022
N° Balanza O1 :	BL12	N° de Certificado : 256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ		

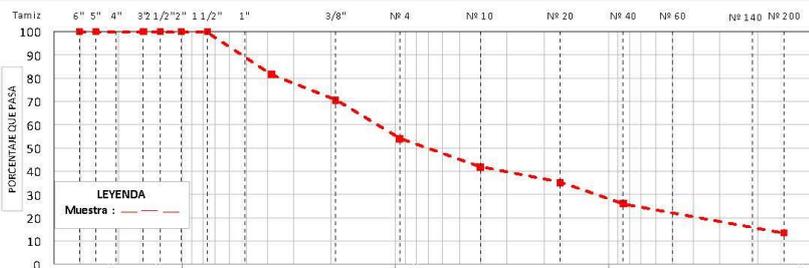


LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-056
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO:	AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 01/05/2023

TAMIZ ASTM E 11	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400				MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000				Peso Total Seco: 14110.0 g			
4"	101.600				Peso Fracción < 3": - g			
3"	76.200			100.0	Peso Fracción < N°4: 489.5 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	Cocina <input type="checkbox"/>			
1"	25.400	983.0	7.0	7.0	RESULTADOS OBTENIDOS			
3/4"	19.000	1614.0	11.4	18.4				
1/2"	12.700	0						
3/8"	9.500	1543.0	10.9	29.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/4"	6.350				AASHTO			
N° 4	4.750	2353.0	16.7	46.0	ASTM D 2487			
N° 8	2.360				GM			
N° 10	2.000	109.4	12.1	58.1	A-1-a (0)			
N° 16	1.180				100.0			
N° 20	0.840	61.3	6.8	64.8	% DE PARTICULAS			
N° 30	0.600				BLOQUES: 0.0			
N° 40	0.425	84.5	9.3	74.2	BOLONES: 0.0			
N° 50	0.300				GRAVA: 46.0			
N° 60	0.250	42.3	4.7	78.8	ARENA: 40.7			
N° 80	0.177				FINOS: 13.3			
N° 100	0.150				Observaciones: NINGUNA			
N° 140	0.106	51.4	5.7	84.5	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 200	0.075	20.0	2.2	86.7	ASTM D4318 L.L.: NP LP: NP IP: NP			
< 200	FONDO	120.6	13.3	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01: BL09	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
	N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones: NINGUNA.	N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 5480

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-LMI010 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023		
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-056
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA:	LM S-2023-056
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO		FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	:		FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023
LÍMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA	
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GM
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.		
Peso de Agua	g.		
Peso del Tarro	g.		
Peso del Suelo Seco	g.		
Contenido de Humedad	%		
Número de Golpes			
LÍMITE PLÁSTICO		TEMPERATURA DE SECADO	
Tarro (Recipiente)	N°		Método de Secado: Horno
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.		
Peso de Agua	g.		
Peso del Tarro	g.		
Peso del Suelo Seco	g.		
Contenido de Humedad	%		
		N° de Golpes, N	Factor K
		20	0.974
		21	0.979
		22	0.985
		23	0.990
		24	0.995
		25	1.000
		26	1.005
		27	1.009
		28	1.014
		29	1.018
		30	1.022
Ecuación de cálculo: $LL = W n (N / 25)^{0.251}$ o $LL = KW^n$			
Donde N = Número de golpes. W n = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.			
RESULTADOS OBTENIDOS			
LÍMITE LIQUIDO		ÍNDICE DE PLÁSTICO	
NP	NP	NP	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022
Observaciones:	NINGUNA.		
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ			

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 – San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email. : lem.engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB. : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF /PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-056	
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICION DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LM S-2023-056
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE
Retenido en el Tamiz 3/4" :	18.4 %	Equipo de Compactación: Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	29.3 %	Molde N°: 5
Retenido en el Tamiz N°4 :	46.0 %	Peso de Molde: 7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde: 2118 cm ³
Determinación (Puntos)		DATOS DE LA MUESTRA
Peso de Suelo + Molde	g. 11892 12089 12278 12273	Muestreado por: LEM-ENGIL SRL
Peso de Molde	g. 7101 7101 7101 7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4791 4988 5177 5172	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Volumen del Molde	cm ³ 2118 2118 2118 2118	ASTM D2487 -
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.262 2.355 2.444 2.442	
Tara (Recipiente)	N° - - - -	Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1036.3 984.8 798.4 829.3	
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1021.0 958.0 764.0 778.0	RESULTADOS OBTENIDOS
Peso de Tara (Recipiente)	g. 343.4 312.3 198.4 134.9	Máxima Densidad Seca (g/cm ³): 2.305
Peso de Agua	g. 15.3 26.8 34.4 51.3	Óptimo Contenido de Humedad (%): 6.4
Peso del Suelo Seco	g. 677.6 645.7 565.6 643.1	
Contenido de Agua	% 2.3 4.2 6.1 8.0	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.212 2.261 2.304 2.262	
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD		
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Procedimiento de Secado :	Horno <input checked="" type="checkbox"/> N° de Horno : HN02 N° de Certificado : 291-CT-T-2022	N° de Certificado : 153-CM-M-2022
	N° Balanza O1 : BL09 N° de Certificado : 256-CM-M-2022	
	N° Balanza O2 : BL12	
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 – San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email. : lem.engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

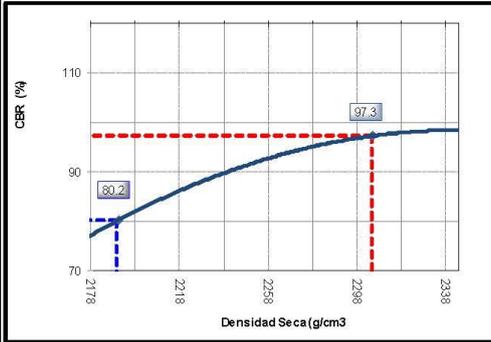
NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999				LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04								
N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023 SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022 UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO PROCEDENCIA: -													
N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS.23.856 CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056 FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023 FECHA DE ENSAYO: 05/05/2023													
Molde N°	8B		9B		14B								
N° Capa	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		10								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	12761	12789	11200	11268	12830	12863							
Peso de molde (g)	7546	7546	6265	6265	8146	8146							
Peso del suelo húmedo (g)	5215	5243	4935	5003	4684	4717							
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2118	2118	2120	2120							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2453	2466	2330	2362	2209	2225							
% de humedad	6.4	7.3	6.4	7.9	6.4	8.9							
Densidad seca (g/cm ³)	2305	2299	2190	2189	2076	2043							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2305	2305	2305	2305	2305	2305							
	100.0	99.7	95.0	95.0	90.0	88.6							
Tarro N°	-	-	-	-	-	-							
Tarro + Suelo húmedo (g)	982.4	1245.4	988.3	1029.0	714.1	1169.4							
Tarro + Suelo seco (g)	942.4	1182.0	947.0	968.3	694.0	1089.0							
Peso del Agua (g)	40.0	63.4	41.3	60.7	20.1	80.4							
Peso del tarro (g)	318.4	309.4	298.4	200.4	361.2	187.4							
Peso del suelo seco (g)	624.0	872.6	648.6	767.9	312.8	901.6							
% de humedad	6.4	7.3	6.4	7.9	6.4	8.9							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
05-may-23				NO EXPANSIVO									
06-may-23													
07-may-23													
08-may-23													
09-may-23													
Sub Total													
Total													
PENETRACIÓN													
PENETRACION p u l g	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 8B				MOLDE N° 9B				MOLDE N° 14B			
		CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		173.0	8.7			90.0	4.5			76.0	3.7		
0.050		423.0	21.6			243.0	12.3			200.0	10.1		
0.075		810.0	41.4			434.0	22.1			302.0	15.3		
0.100	70.31	1103.0	56.5	68.4	97.3	702.0	35.9	56.4	80.2	423.0	21.6	30.0	42.7
0.125		1387.0	70.0			1011.0	51.7			621.0	26.6		
0.150		1892.0	97.0			1302.0	66.7			790.0	35.8		
0.175		2212.0	113.4			1702.0	87.2			878.0	44.9		
0.200	105.00	2714.0	139.1	150.0	142.9	2098.0	107.5	124.0	118.1	1182.0	60.5	63.0	60.0
0.300		3743.0	192.0			3078.0	157.8			1603.0	82.1		
0.400		4302.0	220.6			3672.0	188.3			2098.0	107.0		
0.500		4872.0	249.9			4078.0	209.1			2533.0	132.9		
PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/>							PRENSA CBR: PCBR-LE-01						
SECADO:							N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022						
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
 													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



**LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD**

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023		
SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-056
PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO :	AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-056
MATERIAL :	BASE GRANULAR MAS 3% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO : 28/04/2023
PROCEDENCIA : -		FECHA DE ENSAYO : 09/05/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca **2305 g/cm3**
Optimo Humedad **6.4 %**

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % **97,3 %**
CBR al 95 % **80.2 %**

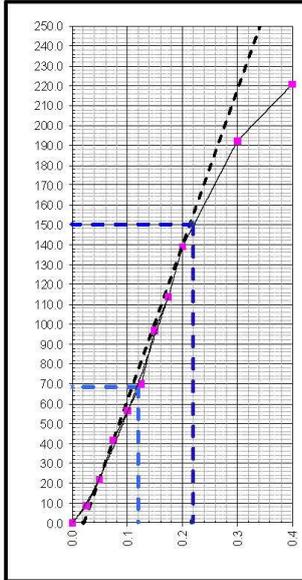
DENSIDAD

Densidad al 100 % **2305 g/cm3**
Densidad al 95 % **2190 g/cm3**

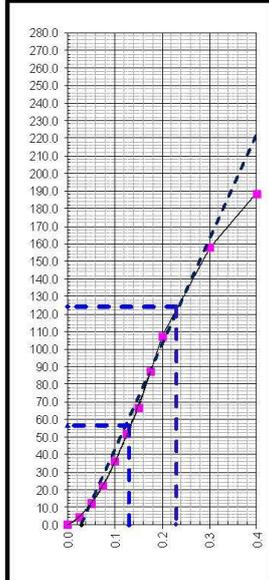
EXPANSION

Expansion **0.00 %**

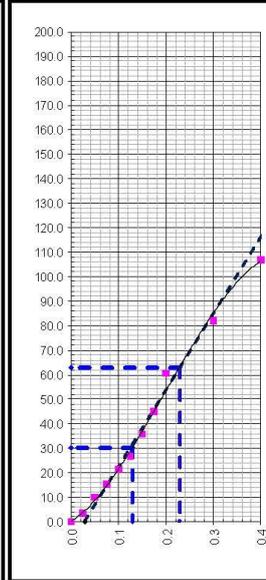
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO EN CIVIL
C.I.P. 114505

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 – San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email : lem.engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

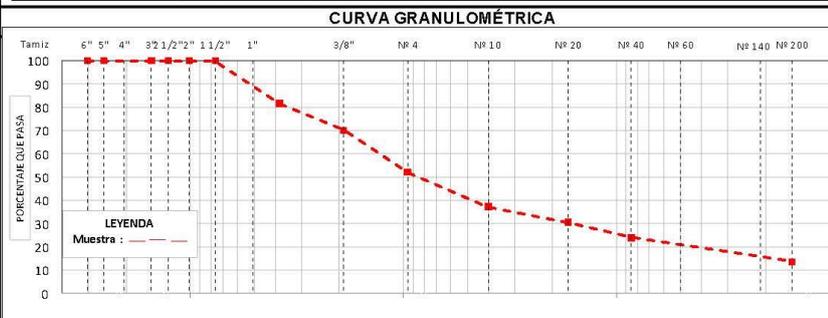
NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216		FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023		
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-057
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA		N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-057
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO		FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	:		FECHA DE ENSAYO: 29/04/2023
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487):	GM	MUESTREADO POR:	LEM-ENGIL SRL
Condición de muestra		Muestra Total	
Prueba	N°	1	
Tara (Recipiente)	N°	A-T31	
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	12208.0	
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	12004.0	
Peso del Recipiente	g.	498.0	
Peso del Agua	g.	204.0	
Peso del Suelo Seco	g.	11506.0	
Humedad	%	1.8	
Promedio de Humedad	%	1.8	
RESULTADOS OBTENIDOS			
Material		Humedad (%)	
Muestra Total		2	
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO			
Horno :	HN02	N° de Certificado :	291-CT-T-2022
N° Balanza 01 :	BL12	N° de Certificado :	256-CM-M-2022
Observaciones:	NINGUNA.		
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS			
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.			



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	N° DE CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-057
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-057
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO : 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO : 01/05/2023

TAMIZ ASTM E 11 SI	SM (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE				DATOS DE LA MUESTRA			
			RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA					
6"	152.400					MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL				
5"	127.000					Peso Total Seco: 11506.0 g				
4"	101.600					Peso Fracción < 3": - g				
3"	76.200				100.0	Peso Fracción < N°4: 623.3 g				
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción < N°10: - g				
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Procedimiento de Secado:		Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	110 °C
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Cocina		<input type="checkbox"/>		
1"	25.400	818.0	7.1	7.1	92.9	RESULTADOS OBTENIDOS				
3/4"	19.000	1312.0	11.4	18.5	81.5					
1/2"	12.700	0				CLASIFICACIÓN DE SUELOS	AASHTO D 2487	A-1-a (0)		
3/8"	9.500	1313.0	11.4	29.9	70.1			% DE PARTICULAS	BLOQUES:	0.0
1/4"	6.350	2084.0	18.1	48.0	52.0	BOLONES:	0.0			
N° 8	2.360					GRAVA:	48.0			
N° 10	2.000	176.3	14.7	62.7	37.3	ARENA:	38.4			
N° 16	1.180					FINOS:	13.5			
N° 20	0.840	81.3	6.8	69.5	30.5	Observaciones: NINGUNA				
N° 30	0.600					Nombre de Grupo: Grava limosa con arena				
N° 40	0.425	79.2	6.6	76.1	23.9	ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP				
N° 50	0.300									
N° 60	0.250	43.4	3.6	79.7	20.3					
N° 80	0.177									
N° 100	0.150									
N° 140	0.106	51.9	4.3	84.1	15.9					
N° 200	0.075	28.7	2.4	86.5	13.5					
< 200	PONDO	162.5	13.5	100.0						



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO						
Procedimiento de Secado:	Horno	<input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022
	Cocina	<input type="checkbox"/>	N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022
			N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022
Procedimiento de Tamizado:	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	N° Tamizador:	-	N° de Certificado:	-
	Mecánico	<input type="checkbox"/>				
Observaciones: NINGUNA.						

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVAS ACOSTA
INGENIERO EN CIENCIAS
C.P. 5460

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318		FORM-LEM-ENGIL-LMI010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023																										
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-057																								
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022																										
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-057																									
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO		FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -		FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023																								
LÍMITE LÍQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																									
Tarro (Recipiente)	N°		MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
Número de Golpes			TEMPERATURA DE SECADO																								
LÍMITE PLÁSTICO		Método de Secado: Horno																									
Tarro (Recipiente)	N°		Temperatura de secado: 110°C +/- 5°C																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	NP	Agua Utilizada: Destilada																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																										
Peso de Agua	g.																										
Peso del Tarro	g.																										
Peso del Suelo Seco	g.																										
Contenido de Humedad	%																										
<p style="text-align: center;">Número de Golpes, N</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table> <p>Ecuación de cálculo: $LL = W_n (N / 25)^{0.25}$ o $LL = KW^n$</p> <p>Donde N = Número de golpes. Wn = Contenido de Humedad. K = Factor para Límite Líquido.</p>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
N° de Golpes, N	Factor K																										
20	0.974																										
21	0.979																										
22	0.985																										
23	0.990																										
24	0.995																										
25	1.000																										
26	1.005																										
27	1.009																										
28	1.014																										
29	1.018																										
30	1.022																										
RESULTADOS OBTENIDOS																											
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																									
LÍQUIDO	PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																											
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																								
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																								
		N° Balanza 01: BL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																								
Observaciones:	NINGUNA.																										
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																											
		LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR HERNANDEZ ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 54805																									
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ																											



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF/PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557		FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022				
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023						
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES						
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICION DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022						
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA:	LEM-S-2023-057				
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO:	28/04/2023				
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO:	02/05/2023				
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE					
Retenido en el Tamiz 3/4" :	18.5 %	Equipo de Compactación:	Manual				
Retenido en el Tamiz 3/8" :	29.9 %	Molde N°:	5				
Retenido en el Tamiz N°4 :	48.0 %	Peso de Molde:	7101 g.				
Método:	"C"	Volumen de Molde:	2118 cm ³				
DATOS DE LA MUESTRA		CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Determinación (Puntos)	1	2	3	4	5	Muestreado por:	LEM-ENGIL SRL
Peso de Suelo + Molde	g. 11874	12058	12269	12265		ASTM D2487	
Peso de Molde	g. 7101	7101	7101	7101		-	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4773	4957	5168	5164		Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C	
Volumen del Molde	cm ³ 2118	2118	2118	2118		RESULTADOS OBTENIDOS	
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.254	2.340	2.440	2.438		Máxima Densidad Seca (g/cm ³): 2.300	
Tara (Recipiente)	N° -	-	-	-		Optimo Contenido de Humedad (%): 6.6	
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 878.6	948.0	893.1	985.2			
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 865.0	922.0	857.0	932.0			
Peso de Tara (Recipiente)	g. 279.3	303.2	277.1	287.9			
Peso de Agua	g. 13.6	26.0	36.1	53.2			
Peso del Suelo Seco	g. 585.7	618.8	579.9	644.1			
Contenido de Agua	% 2.3	4.2	6.2	8.3			
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.202	2.246	2.297	2.252			
<p align="center">RELACION HUMEDAD - DENSIDAD</p>							
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO							
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno:	HN02	N° de Certificado:	291-CT-T-2022		
		N° Balanza 01:	BL09	N° de Certificado:	153-CM-M-2022		
		N° Balanza 02:	BL12	N° de Certificado:	256-CM-M-2022		
Observaciones:	NINGUNA.						
LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO							
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.							

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 – San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email. : lem.engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB. : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04											
N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023 SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022 UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO PROCEDENCIA: -													
N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS.23.857 CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-057 FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023 FECHA DE ENSAYO: 05/05/2023													
Molde N°	2B	7B	2A										
N° Capa	5	5	5										
Golpes por capa N°	56	25	10										
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + Suelo húmedo	13200	13259	12947	13028	12695	12807							
Peso de molde (g)	8014	8014	8018	8018	8010	8010							
Peso del suelo húmedo (g)	5186	5245	4929	5010	4685	4797							
Volumen del molde (cm ³)	2116	2116	2116	2116	2125	2125							
Densidad húmeda (g/cm ³)	2451	2479	2329	2368	2205	2257							
% de humedad	6.6	7.8	6.6	8.4	6.6	9.1							
Densidad seca (g/cm ³)	2300	2300	2185	2186	2069	2070							
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2300	2300	2300	2300	2300	2300							
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0							
Tarro N°	-	-	-	-	-	-							
Tarro + Suelo húmedo (g)	1127.3	924.4	824.1	1355.0	945.4	882.3							
Tarro + Suelo seco (g)	1070.0	878.2	798.1	1281.3	911.0	833.1							
Peso del Agua (g)	57.3	46.2	26.0	73.7	34.4	49.2							
Peso del tarro (g)	198.3	283.4	404.2	398.3	387.3	290.3							
Peso del suelo seco (g)	871.7	594.8	393.9	883.0	523.7	542.8							
% de humedad	6.6	7.8	6.6	8.4	6.6	9.1							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
05-may-23				NO EXPANSIVO									
06-may-23													
07-may-23													
08-may-23													
09-may-23													
Sub Total													
Total													
PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 2B				MOLDE N° 7B				MOLDE N° 2A			
		CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%	CARGA	MOLDE N°	CORRECCIÓN	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		177.0	8.9			85.0	4.2			76.0	3.7		
0.050		386.0	20.3			264.0	12.9			223.0	11.3		
0.075		738.0	37.7			613.0	26.2			366.0	18.1		
0.100	70.31	1016.0	51.9	67.3	95.7	752.0	38.4	55.4	78.8	466.0	23.8	36.0	51.2
0.125		1303.0	66.7			1078.0	55.2			613.0	31.3		
0.150		1818.0	93.2			1456.0	74.6			785.0	40.1		
0.175		2172.0	111.3			1672.0	85.7			1023.0	52.3		
0.200	105.00	2652.0	130.8	141.0	134.3	2039.0	104.5	120.0	114.3	1262.0	64.1	71.0	67.6
0.300		3604.0	184.8			3092.0	158.5			1765.0	90.4		
0.400		4153.0	213.0			3798.0	194.8			2254.0	115.5		
0.500		4703.0	241.2			4198.0	215.3			2788.0	142.9		
PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO <input checked="" type="checkbox"/> PRENSA CBR: PCBR-LE-01 N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022													
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS													
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.													



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV.04
----------------	--	-------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023

SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES

N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-057

PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022

UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA

N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-057

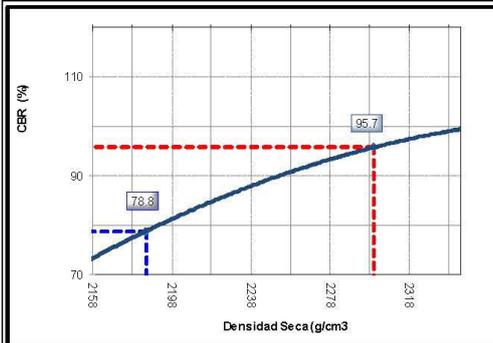
MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 4% DE CLORURO DE SODIO

FECHA DE MUESTREO : 28/04/2023

PROCEDENCIA : -

FECHA DE ENSAYO : 09/05/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca 2300 g/cm³
Optimo Humedad 6.6 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 % 95.7 %
CBR al 95 % 78.8 %

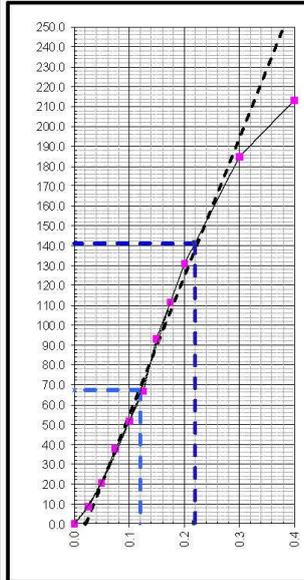
DENSIDAD

Densidad al 100 % 2300 g/cm³
Densidad al 95 % 2185 g/cm³

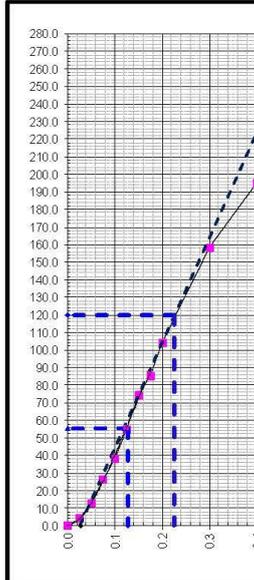
EXPANSION

Expansion 0.00 %

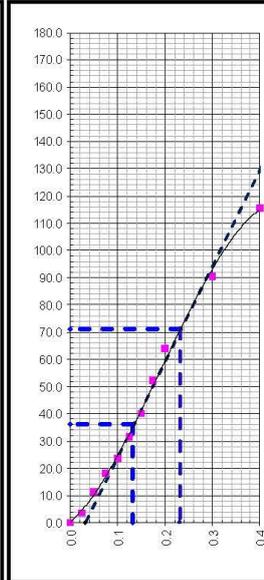
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERRERA ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 51004

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339.127:1998 / ASTM D 2216	FORM-LEM-ENGIL-CH-08 REV. 2022																																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023																																									
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	N° DE CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-058																																								
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICION DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022																																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA : LMS-2023-058																																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO : 28/04/2023																																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO : 29/04/2023																																								
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	: GM	MUESTREADO POR : LEM-ENGIL SRL																																								
<table border="1"><thead><tr><th>Condición de muestra</th><th></th><th colspan="2">Muestra Total</th></tr></thead><tbody><tr><td>Prueba</td><td>N°</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>Tara (Recipiente)</td><td>N°</td><td>F-T40</td><td></td></tr><tr><td>Peso de Suelo Húmedo más Recipiente</td><td>g.</td><td>11924.0</td><td></td></tr><tr><td>Peso de Suelo Seco más Recipiente</td><td>g.</td><td>11743.0</td><td></td></tr><tr><td>Peso del Recipiente</td><td>g.</td><td>498.0</td><td></td></tr><tr><td>Peso del Agua</td><td>g.</td><td>181.0</td><td></td></tr><tr><td>Peso del Suelo Seco</td><td>g.</td><td>11245.0</td><td></td></tr><tr><td>Humedad</td><td>%</td><td>1.6</td><td></td></tr><tr><td>Promedio de Humedad</td><td>%</td><td>1.6</td><td></td></tr></tbody></table>		Condición de muestra		Muestra Total		Prueba	N°	1		Tara (Recipiente)	N°	F-T40		Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	11924.0		Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	11743.0		Peso del Recipiente	g.	498.0		Peso del Agua	g.	181.0		Peso del Suelo Seco	g.	11245.0		Humedad	%	1.6		Promedio de Humedad	%	1.6		
Condición de muestra		Muestra Total																																								
Prueba	N°	1																																								
Tara (Recipiente)	N°	F-T40																																								
Peso de Suelo Húmedo más Recipiente	g.	11924.0																																								
Peso de Suelo Seco más Recipiente	g.	11743.0																																								
Peso del Recipiente	g.	498.0																																								
Peso del Agua	g.	181.0																																								
Peso del Suelo Seco	g.	11245.0																																								
Humedad	%	1.6																																								
Promedio de Humedad	%	1.6																																								
RESULTADOS OBTENIDOS																																										
<table border="1"><thead><tr><th>Material</th><th>Humedad (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Muestra Total</td><td>2</td></tr></tbody></table>	Material	Humedad (%)	Muestra Total	2																																						
Material	Humedad (%)																																									
Muestra Total	2																																									
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO																																										
Horno	: HN02	N° de Certificado	: 291-CT-T-2022																																							
N° Balanza 01	: BL12	N° de Certificado	: 256-CM-M-2022																																							
Observaciones	: NINGUNA.																																									
LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS																																										
		LEM-ENGIL S.R.L. VICTOR H. FERRER ACOSTA INGENIERO CIVIL C.T.P. 54804																																								
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.																																										

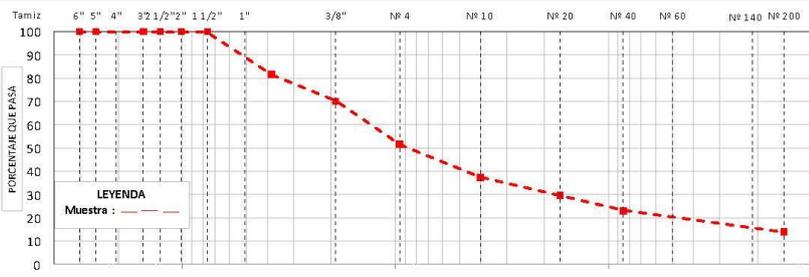


LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 339.128:1999 / ASTM D 6913	FORM-LEM-ENGIL-GRAN-009 REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES N° DE CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-058	
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DE PROYECTO:	AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-058
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023	
PROCEDENCIA	: - FECHA DE ENSAYO: 01/05/2023	

TAMIZ ASTM E 11	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE			DATOS DE LA MUESTRA			
SI	SM (mm)	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA				
6"	152.400				MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL			
5"	127.000				Peso Total Seco: 11245.0 g			
4"	101.600				Peso Fracción < 3": - g			
3"	76.200			100.0	Peso Fracción < N°4: 509.3 g			
2 1/2"	63.500	0	0.0	0.0	Peso Fracción < N°10: - g			
2"	50.800	0	0.0	0.0	Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> 110 °C			
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	Cocina <input type="checkbox"/>			
1"	25.400	793.0	7.1	7.1	RESULTADOS OBTENIDOS			
3/4"	19.000	1278.0	11.4	18.4	CLASIFICACIÓN DE SUELOS			
1/2"	12.700	0			AASHTO			
3/8"	9.500	1298.0	11.5	30.0	ASTM D 2487			
1/4"	6.350				A-1-a (0)			
N° 4	4.750	2094.0	18.6	48.6	GM			
N° 8	2.360				% DE PARTICULAS			
N° 10	2.000	138.7	14.0	62.6	BLOQUES: 0.0			
N° 16	1.180				BOLONOS: 0.0			
N° 20	0.840	77.4	7.8	70.4	GRAVA: 48.6			
N° 30	0.600				ARENA: 37.7			
N° 40	0.425	65.3	6.6	77.0	FINOS: 13.8			
N° 50	0.300				Observaciones: NINGUNA			
N° 60	0.250	34.0	3.4	80.4	Nombre de Grupo: Grava limosa con arena			
N° 80	0.177				ASTM D4318 L.L: NP LP: NP IP: NP			
N° 100	0.150							
N° 140	0.106	35.3	3.6	84.0				
N° 200	0.075	22.4	2.3	86.2				
< 200	FONDO	136.2	13.8	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO

Procedimiento de Secado: Horno <input checked="" type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/>	N° de Horno: HN02	N° de Certificado: 291-CT-T-2022
Procedimiento de Tamizado: Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>	N° Balanza 01: BL09	N° de Certificado: 153-CM-M-2022
	N° Balanza 02: BL12	N° de Certificado: 256-CM-M-2022
Observaciones: NINGUNA.	N° Tamizador: -	N° de Certificado: -

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. PERUJANACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.T.P. 54809

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NTP 339.129:1999 / ASTM D 4318	FORM-LEM-ENGIL-LEM1010 REV. 2022																								
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023																									
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES																									
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022																									
UBICACIÓN DE PROYECTO	: A.V. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-058																								
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023																								
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023																								
LIMITE LIQUIDO (Método A)		DATOS DE LA MUESTRA																								
Tarro (Recipiente)	N°	MUESTREADO POR: LEM-ENGIL SRL																								
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Clasificación SUCS (ASTM D2487): GM																								
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
Número de Golpes																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LIMITE PLÁSTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tarro (Recipiente)</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo Húmedo</td> <td>g.</td> </tr> <tr> <td>Peso de Tarro + Suelo Seco</td> <td>g.</td> </tr> <tr> <td>Peso de Agua</td> <td>g.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Tarro</td> <td>g.</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco</td> <td>g.</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		LIMITE PLÁSTICO		Tarro (Recipiente)	N°	Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.	Peso de Tarro + Suelo Seco	g.	Peso de Agua	g.	Peso del Tarro	g.	Peso del Suelo Seco	g.	Contenido de Humedad	%	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TEMPERATURA DE SECADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metodo de Secado:</td> <td>Horno</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de secado:</td> <td>110°C +/- 5°C</td> </tr> <tr> <td>Agua Utilizada:</td> <td>Destilada</td> </tr> </tbody> </table>	TEMPERATURA DE SECADO		Metodo de Secado:	Horno	Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C	Agua Utilizada:	Destilada
		LIMITE PLÁSTICO																								
Tarro (Recipiente)	N°																									
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g.																									
Peso de Tarro + Suelo Seco	g.																									
Peso de Agua	g.																									
Peso del Tarro	g.																									
Peso del Suelo Seco	g.																									
Contenido de Humedad	%																									
TEMPERATURA DE SECADO																										
Metodo de Secado:	Horno																									
Temperatura de secado:	110°C +/- 5°C																									
Agua Utilizada:	Destilada																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Golpes, N</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		N° de Golpes, N	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022	
N° de Golpes, N	Factor K																									
20	0.974																									
21	0.979																									
22	0.985																									
23	0.990																									
24	0.995																									
25	1.000																									
26	1.005																									
27	1.009																									
28	1.014																									
29	1.018																									
30	1.022																									
<p>Número de Golpes, N</p>		<p>Ecuación de cálculo:</p> $LL = W_n (N / 25)^{0.121} \text{ o } LL = KW^n$ <p>Donde N = Número de golpes. W_n = Contenido de Humedad. K = Factor para Limite Liquido.</p>																								
<p>RESULTADOS OBTENIDOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LÍMITES</th> <th>ÍNDICE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>LIQUIDO</th> <th>PLÁSTICO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO	LIQUIDO	PLÁSTICO		NP	NP	NP																
LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO																								
LIQUIDO	PLÁSTICO																									
NP	NP	NP																								
<p>EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Procedimiento de Secado:</td> <td>Horno <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>N° de Horno: HNO2</td> <td>N° de Certificado: 291-CT-T-2022</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>N° Casagrande: CCM02</td> <td>N° de Certificado: CI-004-2022</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>N° Balanza 01: EL16</td> <td>N° de Certificado: 022-CMM-2022</td> </tr> <tr> <td>Observaciones:</td> <td colspan="3">NINGUNA.</td> </tr> </tbody> </table>			Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HNO2	N° de Certificado: 291-CT-T-2022			N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022			N° Balanza 01: EL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022	Observaciones:	NINGUNA.										
Procedimiento de Secado:	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	N° de Horno: HNO2	N° de Certificado: 291-CT-T-2022																							
		N° Casagrande: CCM02	N° de Certificado: CI-004-2022																							
		N° Balanza 01: EL16	N° de Certificado: 022-CMM-2022																							
Observaciones:	NINGUNA.																									
<p>LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>LEM-ENGIL S.R.L.</p> <p>VICTOR H. HERVAS ACOSTA INGENIERO CIVIL C.I.P. 57605</p> </div> </div>																										
<p>ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ</p>																										



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	SUELOS. METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700 KN-M/M3 (56,000 PIE-LBF /PIE3)) NTP 339.141:1999 / ASTM D 1557	FORM-LEM-ENGIL-PROC-011A REV. 2022
N° DE SOLICITUD	: LCE-064-04-2023	
SOLICITANTE	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES	
PROYECTO	: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICION DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AV. SAN NICOLAS, LIMA	N° CODIGO DE MUESTRA: LM S-2023-058
MATERIAL	: BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023
PROCEDENCIA	: -	FECHA DE ENSAYO: 02/05/2023
DETERMINACIÓN DEL METODO		DESCRIPCIÓN DEL PISÓN Y MOLDE
Retenido en el Tamiz 3/4" :	18.4 %	Equipo de Compactación: Manual
Retenido en el Tamiz 3/8" :	30.0 %	Molde N°: 5
Retenido en el Tamiz N°4 :	48.6 %	Peso de Molde: 7101 g.
Método:	"C"	Volumen de Molde: 2118 cm ³
Determinación (Puntos)		DATOS DE LA MUESTRA
Peso de Suelo + Molde	g. 11856 12068 12278 12280	Muestreado por: LEM-ENGIL SRL
Peso de Molde	g. 7101 7101 7101 7101	
Peso de Suelo Húmedo Compactado	g. 4755 4967 5177 5179	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
Volumen del Molde	cm ³ 2118 2118 2118 2118	ASTM D2487 -
Peso Volumétrico Húmedo	g. 2.245 2.345 2.444 2.445	
Tara (Recipiente)	N° - - - -	Temperatura de Secado Horno: 110 °C +/- 5 °C
Peso del Suelo Húmedo + Tara	g. 1177.4 1099.0 1250.3 1189.3	RESULTADOS OBTENIDOS
Peso del Suelo Seco + Tara	g. 1157.5 1063.0 1187.0 1118.0	Máxima Densidad Seca (g/cm ³): 2.292
Peso de Tara (Recipiente)	g. 389.0 303.2 244.3 287.9	Óptimo Contenido de Humedad (%): 7.0
Peso de Agua	g. 19.9 36.0 63.3 71.3	
Peso del Suelo Seco	g. 768.5 759.8 942.7 830.1	
Contenido de Agua	% 2.6 4.7 6.7 8.6	
Peso Volumétrico Seco	cm ³ 2.188 2.239 2.290 2.252	
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD		
EQUIPOS USADOS EN EJECUCIÓN DE ENSAYO		
Procedimiento de Secado :	Horno <input checked="" type="checkbox"/> N° de Horno : HN02 N° de Certificado : 291-CT-T-2022	N° de Certificado : 153-CM-M-2022
	N° Balanza O1 : BL09 N° de Certificado : 256-CM-M-2022	
	N° Balanza O2 : BL12	
Observaciones:	NINGUNA.	
LEM-ENGIL SRL FIRMA Y SELLO		
ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.		

Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla Mz. F6 Lt. 19 – San Juan de Lurigancho Cel. : 979109925 / 943345511
Email. : lem.engil.laboratorio@hotmail.com / laboratoriocentral@lem-engil.com / proyectos@lem-engil.com
WEB : www.lem-engil.com

LEM-ENGIL SRL

RUC: 20600588924



LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16A REV. 04
N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023		
SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES		N° CERTIFICADO: LEM-ENGIL-EMS-23-058
PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022		
UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA	* CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-058	
MATERIAL: BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO	FECHA DE MUESTREO: 28/04/2023	
PROCEDENCIA: -	FECHA DE ENSAYO: 05/05/2023	

	1A		3A		6B	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	13375	13445	12872	12989	12802	12938
Peso de molde (g)	8156	8156	7925	7925	8121	8121
Peso del suelo húmedo (g)	5219	5289	4947	5064	4681	4817
Volumen del molde (cm ³)	2126	2126	2121	2121	2118	2118
Densidad húmeda (g/cm ³)	2455	2488	2332	2388	2210	2274
% de humedad	7.1	8.5	7.1	9.7	7.1	10.3
Densidad seca (g/cm ³)	2291	2292	2177	2176	2063	2062
Densidad Máxima Laboratorio (g/cm ³)	2292	2292	2292	2292	2292	2292
	100.0	100.0	95.0	95.0	90.0	90.0
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (g)	981.4	901.9	783.4	1199.8	1292.3	799.0
Tarro + Suelo seco (g)	924.0	844.0	743.2	1108.0	1220.0	743.1
Peso del Agua (g)	57.4	57.9	40.2	91.8	72.3	55.9
Peso del tarro (g)	120.3	165.6	178.3	163.3	202.1	198.3
Peso del suelo seco (g)	803.7	678.4	564.9	944.7	1017.9	544.8
% de humedad	7.1	8.5	7.1	9.7	7.1	10.3

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05-may-23											
06-may-23											
07-may-23											
08-may-23											
09-may-23											
Sub Total											
Total											

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1A				MOLDE N° 3A				MOLDE N° 6B			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		170.0	8.6			83.0	4.1			73.0	3.6		
0.050		387.0	19.7			234.0	11.9			219.0	11.1		
0.075		723.0	36.9			488.0	24.9			345.0	17.5		
0.100	70.31	1002.0	51.3	66.0	93.9	702.0	35.9	54.0	76.8	454.0	23.1	34.5	49.1
0.125		1289.0	66.0			988.0	50.6			603.0	30.8		
0.150		1788.0	91.6			1387.0	71.0			778.0	39.8		
0.175		2154.0	110.4			1898.0	81.9			1003.0	51.3		
0.200	105.00	2504.0	128.4	139.0	132.4	2012.0	103.1	118.0	112.4	1212.0	62.0	70.0	66.7
0.300		3548.0	181.9			2983.0	152.9			1723.0	88.3		
0.400		4098.0	210.2			3687.0	189.1			2204.0	113.0		
0.500		4695.0	240.8			4078.0	209.1			2765.0	141.8		

PROCEDIMIENTO DE SECADO: HORNO SECADO PRENSA CBR PCBR-LB-01
N° DE CERTIFICADO: SMF - 048 - 2022

LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS

LEM-ENGIL S.R.L.

VICTOR H. HERVIA ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 54805

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.



**LABORATORIO ENSAYOS
DE MATERIALES DE INGENIERIA
Y CONTROL DE CALIDAD**

NORMA APLICADA	MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (NTP 339.145.1999) / ASTM D1883-1999	LEM-ENGIL-FORM-CBR-16B REV. 04
-----------------------	---	---------------------------------------

N° DE SOLICITUD: LCE-064-04-2023

SOLICITANTE: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES

N° CERTIFICADO : LEM-ENGIL-EMS-23-058

PROYECTO: PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022

UBICACIÓN DE PROYECTO: AV. SAN NICOLAS, LIMA

N° CODIGO DE MUESTRA: LMS-2023-058

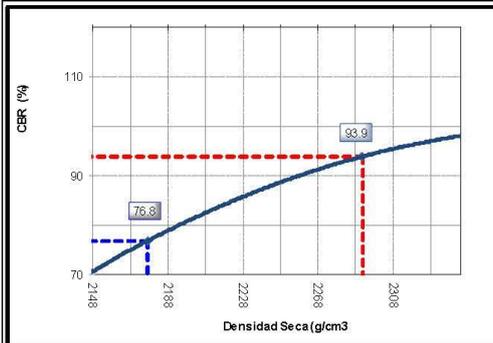
MATERIAL : BASE GRANULAR MAS 5% DE CLORURO DE SODIO

FECHA DE MUESTREO : 28/04/2023

PROCEDENCIA : -

FECHA DE ENSAYO : 09/05/2023

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



Datos del Proctor

Densidad Seca: 2292 g/cm³
Optimo Humedad: 7.1 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1"

CBR al 100 %: 93,9 %
CBR al 95 %: 76,8 %

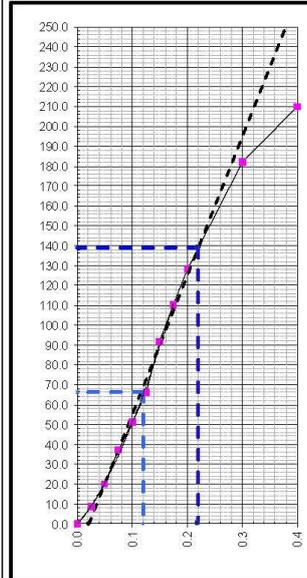
DENSIDAD

Densidad al 100 %: 2292 g/cm³
Densidad al 95 %: 2177 g/cm³

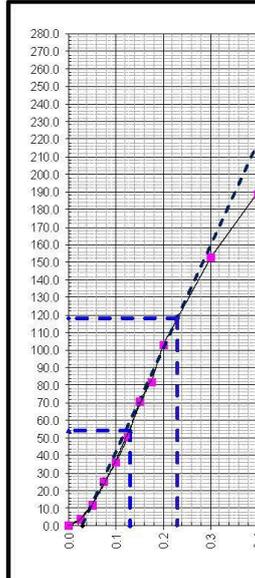
EXPANSION

Expansion: 0.00 %

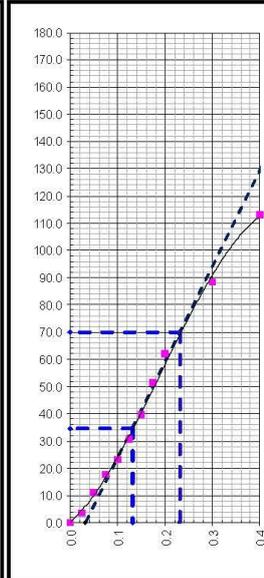
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



LEM-ENGIL SRL FIRMAS Y SELLOS



LEM-ENGIL S.R.L.
VICTOR H. HERVIAS ACOSTA
INGENIERO CIVIL
C.P. 54808

ESTE CERTIFICADO SIN SELLO Y FIRMA CARECEN DE VALIDEZ.

ANEXO 5 ESTUDIO DE TRAFICO

Día		Automóvil 	S. Wagon 	Camionetas			Micro 	Omnibus			Camión		
				Pick Up 	Panel 	Rural 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 
Domingo 05/01/2020	DE SENTIDO NE - SO	132	54	80	44	43	45	10	2	0	102	28	14
	DE SENTIDO SO - NE	34	23	70	23	28	19	43	2	0	38	4	1
	Total	166	77	150	67	71	64	53	4	0	140	32	15
Lunes 06/01/2020	DE SENTIDO NE - SO	153	135	57	78	135	61	101	5	0	134	23	11
	DE SENTIDO SO - NE	56	48	29	34	32	33	64	1	0	42	8	0
	Total	209	183	86	112	167	94	165	6	0	176	31	11
Martes 07/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	256	116	45	81	32	55	31	4	0	145	34	14
	DE SENTIDO SO - NE	59	53	23	23	35	25	60	6	0	43	9	3
	Total	315	169	68	104	67	80	91	10	0	188	43	17
Miercoles 08/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	184	103	12	141	91	61	57	3	0	108	27	5
	DE SENTIDO SO - NE	60	25	13	76	43	20	43	6	0	27	7	1
	Total	244	128	25	217	134	81	100	9	0	135	34	6
Jueves 09/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	221	128	34	65	14	56	53	4	0	184	13	10
	DE SENTIDO SO - NE	110	41	15	33	53	26	12	3	0	38	7	5
	Total	331	169	49	98	67	82	65	7	0	222	20	15
Viernes 10/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	147	113	45	110	96	87	68	5	0	127	43	11
	DE SENTIDO SO - NE	95	38	20	35	33	45	83	2	0	32	9	2
	Total	242	151	65	145	129	132	151	7	0	159	52	13
Sábado 11/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	138	129	28	113	70	75	48	4	0	98	40	16
	DE SENTIDO SO - NE	45	34	11	345	31	26	51	1	0	35	8	5
	Total	183	163	39	458	101	101	99	5	0	133	48	21
IMDs	DE SENTIDO NE - SO	175.86	111.14	43.00	90.29	68.71	62.86	52.57	3.86	0.00	128.29	29.71	11.57
	DE SENTIDO SO - NE	65.57	37.43	25.86	81.29	36.43	27.71	50.86	3.00	0.00	36.43	7.43	2.43
	Total	241.43	148.57	68.86	171.57	105.14	90.57	103.43	6.86	0.00	164.71	37.14	14.00
IMDa	DE SENTIDO NE - SO	187.27	118.36	45.79	96.14	73.17	66.94	54.38	3.99	0.00	132.69	30.74	11.97
	DE SENTIDO SO - NE	69.83	39.86	27.54	86.56	38.79	29.51	52.60	3.10	0.00	37.68	7.68	2.51
	Total	257.10	158.21	73.33	182.70	111.97	96.45	106.98	7.09	0.00	170.37	38.42	14.48
2023	Total vehiculos	257	158	73	183	112	96	107	7	0	170	38	14

Día		Semitraylers					Traylers				
		2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
											
Domingo 05/01/2020	DE SENTIDO NE - SO	2	2	5	4	6	5	7	5	2	3
	DE SENTIDO SO - NE	1	2	2	0	2	3	0	2	0	2
	Total	3	4	7	4	8	8	7	7	2	5
Lunes 06/01/2020	DE SENTIDO NE - SO	2	3	9	7	8	4	6	3	7	2
	DE SENTIDO SO - NE	1	1	2	2	1	4	1	3	2	4
	Total	3	4	11	9	9	8	7	6	9	6
Martes 07/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	1	0	5	7	2	7	2	4	1	3
	DE SENTIDO SO - NE	3	0	5	2	3	0	3	3	1	2
	Total	4	0	10	9	5	7	5	7	2	5
Miercoles 08/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	0	1	4	7	7	6	6	5	2	3
	DE SENTIDO SO - NE	3	1	6	3	3	0	3	3	1	3
	Total	3	2	10	10	10	6	9	8	3	6
Jueves 09/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	0	1	7	8	9	5	3	5	1	2
	DE SENTIDO SO - NE	1	1	3	2	1	2	1	3	1	6
	Total	1	2	10	10	10	7	4	8	2	8
Viernes 10/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	3	2	6	5	7	8	5	5	4	2
	DE SENTIDO SO - NE	1	2	5	1	1	1	2	4	0	5
	Total	4	4	11	6	8	9	7	9	4	7
Sábado 11/02/2020	DE SENTIDO NE - SO	2	2	2	5	5	5	5	3	5	3
	DE SENTIDO SO - NE	3	0	3	0	2	4	1	3	0	1
	Total	5	2	5	5	7	9	6	6	5	4
IMDs	DE SENTIDO NE - SO	1.43	1.57	5.43	6.14	6.29	5.71	4.86	4.29	3.14	2.57
	DE SENTIDO SO - NE	1.86	1.00	3.71	1.43	1.86	2.00	1.57	3.00	0.71	3.29
	Total	3.29	2.57	9.14	7.57	8.14	7.71	6.43	7.29	3.86	5.86
IMDa	DE SENTIDO NE - SO	1.48	1.63	5.62	6.35	6.50	5.91	5.02	4.43	3.25	2.66
	DE SENTIDO SO - NE	1.92	1.03	3.84	1.48	1.92	2.07	1.63	3.10	0.74	3.40
	Total	3.40	2.66	9.46	7.83	8.42	7.98	6.65	7.54	3.99	6.06
2023	Total vehiculos	3	3	9	8	8	8	7	8	4	6

ANEXO 5 CERTIFICADOS DE CALIBRACION



Laboratorio
de Calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

022-CMM-2022

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 900-09-2022

Solicitante : LEM-ENGIL S.R.L.

Dirección : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo/ Instrumento : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ602

Serie : B450358635

Identificación : BL-LE-16 (*)

Ubicación : Laboratorio de suelos

Procedencia : China

Capacidad máxima : 600 g

Capacidad mínima : 0,2 g (**)

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,01 g (**)

Clase de exactitud : II (**)

Tipo : Electrónica

Fecha de calibración : 2022-09-19

Lugar : Laboratorio de suelos
LEM-ENGIL S.R.L.
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II)", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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



2022-09-22

Fecha de emisión

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,3	20,5
Humedad Relativa %hr	62,2	61,1

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas de 1 mg a 500 g Clase F1	E1459-2606A-2022-1

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 04420 y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (***) Se consideró de acuerdo a la Norma Metrológica Peruana NMP 003 2009 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 600 g indicando la balanza 600,00 g
- El delta del local proporcionado por el cliente es de : $\Delta T = 4^{\circ}\text{C}$
- La balanza fue calibrada a una capacidad máxima de 600 g a solicitud del cliente
- La balanza fue ajustada utilizando el modo Auto Cal.

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N.S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición

Inspección visual			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

Ensayo de Repetibilidad

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,3	Final	20,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,2	Final	62,2

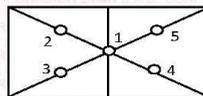
Carga = 300,001 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
300,00	6	-2
300,00	6	-2
299,99	5	-11
300,00	6	-2
300,00	6	-2
299,99	6	-12
300,00	5	-1
300,00	6	-2
299,99	5	-11
299,99	5	-11

Carga = 600,002 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
600,00	6	-2
600,01	7	7
600,01	7	7
600,01	7	7
600,01	7	7
600,01	6	8
600,00	6	-2
600,00	7	-3
600,01	7	7
600,01	6	8
600,01	6	8

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
300	11	30
600	11	30

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,4	Final	20,5	Humedad Relativa %hr	Inicial	62,2	Final	61,1

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error		
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)
1	0,100	0,10	6	-1
2		0,10	5	0
3		0,10	6	-1
4		0,10	5	0
5		0,10	5	0

Carga (g)	Determinación del error			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
200,001	200,00	6	-1	0
	199,99	5	-10	-10
	200,00	7	-2	-1
	200,01	6	8	8
	200,00	6	-1	-1

Error máximo permitido : ± 30 mg

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N.S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales											
Temperatura °C	Inicial	20,5	Final	20,5	Humedad Relativa %hr	Inicial	61,1	Final	61,1		
Carga (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)	
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)			
	0,100	0,10	6	-1	0	0,20	6	-1	0		10
	0,200	0,20	6	-1	0	50,00	6	-1	0		10
	50,000	50,00	6	-1	0	120,00	6	-1	0		20
	120,000	120,00	6	-1	0	200,00	5	-1	0		20
	200,001	200,01	5	-1	0	250,00	6	-2	-1		30
	250,001	250,01	5	-1	0	300,00	5	-1	0		30
	300,001	300,01	6	8	9	350,00	6	-2	-1		30
	350,001	350,01	6	8	9	500,01	6	8	9		30
500,001	500,01	7	7	8	550,01	7	7	8	30		
550,001	550,01	7	7	8	600,01	7	6	7	30		
600,002	600,01	7	6	7							

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000015 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,000045^2 + 0,00000000034 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (II)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

Código de Servicio: 04420

Cód. FT-M-04 Rev. 02

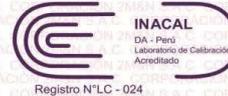
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

153-CM-M-2022
Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente	: 488A-05-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
Solicitante	: LEM-ENGLI S.R.L.	
Dirección	: Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Equipo/ Instrumento	: BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	
Serie	: 8336290406	
Identificación	: BL-LE-09 (*)	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.
Ubicación	: No indica	
Procedencia	: China	
Capacidad máxima	: 30000 g	
Capacidad mínima	: 20 g (**)	
División de escala (d)	: 1 g	
División de verificación (e)	: 10 g (***)	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
Clase de exactitud	: III (***)	
Tipo	: Electrónica	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Fecha de calibración	: 2022-05-23	
Lugar	: LEM-ENGLI S.R.L. Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Método utilizado:	: Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (IIII) ", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM - INACAL.	



2022-05-24

Fecha de emisión

Cód. de Servicio: 01717-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de calibración : 153-CM-M-2022
Página 2 de 4

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	21,3	21,6
Humedad Relativa %hr	66,8	65,2

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 1 g a 2 kg Clase M2	094-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 5 kg Clase M2	092-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 10 kg Clase M2	109-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Pesas de 20 kg Clase M2	091-CM-M-2022
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Juego de Pesas de 100 mg a 500 mg Clase M2	082-CM-M-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01717-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de: $\Delta T = 6\text{ °C}$
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 30 000 g indicando la balanza 30 000 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

Cód. de Servicio: 01717-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición

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

Ensayo de Repetibilidad

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,3	Final	21,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	66,8	Final	63,7

Carga = 15000 g			Carga = 30000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)	l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
15 000	900	-400	30 000	900	-400
14 999	200	-700	30 000	900	-400
14 999	200	-700	30 000	1 000	-500
14 999	200	-700	30 000	1 000	-500
14 999	200	-700	30 000	900	-400
14 999	300	-800	30 000	900	-400
14 999	200	-700	30 000	900	-400
15 000	900	-400	30 000	900	-400
15 000	900	-400	30 000	900	-400
15 000	900	-400	30 000	900	-400

Carga (g)	Emáx. - Emin. (mg)	e.m.p. (mg)
15 000	400	20000
30 000	100	30000

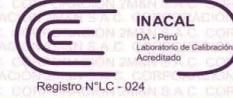
Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,4	Final	21,6	Humedad Relativa %hr	Inicial	64,6	Final	65,2

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10,0	10	600	-100		20	500	0	100	10000
20,0	20	500	0	100	500	600	-100	0	10000
500,0	500	500	0	100	2 000	700	-200	-100	10000
2 000,0	2 000	700	-200	-100	5 000	800	-300	-200	10000
5 000,0	5 000	700	-200	-100	10 000	900	-400	-300	20000
10 000,0	10 000	800	-300	-200	14 999	200	-700	-600	20000
15 000,0	14 999	200	-700	-600	19 999	100	-1 600	-1 500	20000
20 001,0	20 000	800	-1 300	-1 200	25 000	800	-1 300	-1 200	30000
25 001,0	25 000	700	-1 200	-1 100	27 000	800	-1 300	-1 200	30000
27 001,0	27 000	800	-1 300	-1 200	30 000	900	-1 400	-1 300	30000
30 001,0	30 000	900	-1 400	-1 300					

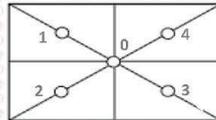


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de calibración : 153-CM-M-2022
Página 4 de 4

Ensayo de Excentricidad
VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,4	Final	21,4	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,7	Final	64,6
Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero E ₀			Carga (g)	Determinación del error corregido E _c			
		I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)		I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
0	10,0	10	600	-100	10 000,0	9 999	200	-700	-600
1		10	600	-100		10 000	800	-300	-200
2		10	700	-200		10 000	900	-400	-200
3		10	500	0		9 999	200	-700	-700
4		10	600	-100	10 000	800	-300	-200	
Error máximo permitido : ±					20000 mg				

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000041 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,20 \text{ g}^2 + 0,00000000 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- I Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

Cód. de Servicio: 01717-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

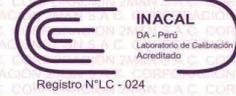
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

256-CM-M-2022

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente	:	900-09-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
Solicitante	:	LEM-ENGIL S.R.L.	
Dirección	:	Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Equipo/ Instrumento	:	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	
Marca	:	OHAUS	
Modelo	:	SE6001F	
Serie	:	B615913870	
Identificación	:	BL-LE-12 (*)	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.
Ubicación	:	Laboratorio de Suelos	
Procedencia	:	No indica	
Capacidad máxima	:	6000 g	
Capacidad mínima	:	2 g (**)	
División de escala (d)	:	0,1 g	
División de verificación (e)	:	1 g (**)	Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad
Clase de exactitud	:	III (**)	
Tipo	:	Electrónica	CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Fecha de calibración	:	2022-09-19	
Lugar	:	Laboratorio de Suelos LEM-ENGIL S.R.L. Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú	
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), según el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (IIII) ", 1ra. Edición, Mayo - 2019, DM -INACAL.	



2022-09-22

Fecha de emisión

Cód. de Servicio: 01952-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de calibración : 256-CM-M-2022
Página 2 de 4

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,7	21,7
Humedad Relativa %hr	66,3	62,2

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a PESATEC	Pesa de 5 kg Clase M1	1324-MPES-C-2021
Patrones de Referencia a PESATEC	Juego de Pesas de 1 mg a 2 kg Clase M1	0863-MPES-C-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01952-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Valores grabados en la placa de la balanza
- El delta del local proporcionado por el clientes es de: $\Delta T = 4^{\circ}C$
- Se realizó una precalga a la balanza antes de comenzar la calibración en 6000 g indicando la balanza 6000,0 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración

Cód. de Servicio: 01952-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición

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

Ensayo de Repetibilidad

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	20,7	Final	20,8	Humedad Relativa %hr	Inicial	66,3	Final	64,7

Carga = 3000 g			Carga = 6000 g		
l (g)	ΔL(mg)	E (mg)	l (g)	ΔL(mg)	E (mg)
3 000,0	50	0	5 999,9	60	-110
3 000,0	40	10	6 000,0	50	0
3 000,0	40	10	5 999,9	50	-100
3 000,0	50	0	5 999,9	50	-100
3 000,0	50	0	5 999,9	60	-110
3 000,0	40	10	6 000,0	40	10
3 000,0	40	10	5 999,9	50	-100
3 000,0	40	10	5 999,9	40	-90
3 000,0	50	0	6 000,0	50	0
3 000,0	50	0	5 999,9	50	-100

Carga (g)	Emáx. - Emin. (mg)	e.m.p. (mg)
3 000	10	3000
6 000	120	3000

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	21,2	Final	21,7	Humedad Relativa %hr	Inicial	63,7	Final	62,2

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,00	1,0	70	-20		2,0	70	-20	0	1000
2,00	2,0	70	-20	0	500,0	70	-20	0	1000
500,00	500,0	60	-10	10	1 200,0	60	-10	10	2000
1 200,00	1 200,0	60	-10	10	2 000,0	50	0	20	2000
2 000,00	2 000,0	60	-10	10	2 500,0	60	-10	10	3000
2 500,00	2 500,0	50	0	20	3 000,0	60	-10	10	3000
3 000,00	3 000,0	50	0	20	3 500,0	60	-10	10	3000
3 500,00	3 500,0	60	-10	10	5 000,0	50	0	20	3000
5 000,00	4 999,9	50	-100	-80	5 500,0	50	0	20	3000
5 500,00	5 500,0	50	0	20	5 999,9	60	-110	-90	3000
6 000,00	5 999,9	60	-110	-90					



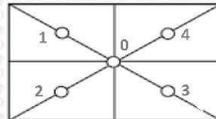
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



Certificado de calibración : 256-CM-M-2022
Página 4 de 4

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales									
Temperatura °C		Inicial	20,8	Final	21,2	Humedad Relativa %hr			
		Inicial	64,7	Final	63,7				
Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error en cero E ₀			Determinación del error corregido E _c				
		l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0	1,00	1,0	70	-20	2 000,0	60	-10	10	
1		1,0	50	0		60	-10	-10	
2		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
3		1,0	70	-20		1 999,9	40	-90	-70
4		1,0	50	0		2 000,0	50	0	0
Error máximo permitido : ±						2000 mg			

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000011 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0,0051 \text{ g}^2 + 0,0000000027 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (III)

- l Lectura de la balanza
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- ΔL Carga incrementada
- R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

Cód. de Servicio: 01952-A

Cód. FT-M-01 Rev. 04

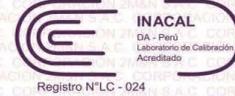
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

291-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 5

Expediente : 900-09-2022

Solicitante : LEM-ENGIL S.R.L.

Dirección : Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo : HORNO

Marca : YU FENG

Modelo : STHX-2A

Serie : 11003

Identificación : HN-LE-02 (*)

Ubicación : Laboratorio de Suelos (**)

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Forzada

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (***)

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	0 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2022-09-19

Lugar de Calibración : Laboratorio de Suelos - LEM-ENGIL S.R.L.
Mza. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramón Castilla - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-09-21

Fecha de emisión

Cód. de Servicio: 01953-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	19,0	20,0
Humedad Relativa %hr	63	61

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,14 °C hasta 0,16 °C.	188-CT-T-2022
Patrones de Referencia a SAT	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 2,2 %hr	LT-0493-2022
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01953-A y la fecha de calibración.
 - (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
 - (**) Dato proporcionado por el solicitante.
 - (***) Dato tomado de la pagina web del fabricante.
 - Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
 - Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 2 h 40 min
 - La calibración se realizó con 100% de la carga típica .
 - El tipo de carga que se empleó fueron envases metálicos con material
 - El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5
 - Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
 - Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C (**) Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
- Se programó el controlador de temperatura en 110,3 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 109,67 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,16 °C y la mínima temperatura detectada fue 105,13 °C

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,3	108,82	110,29	109,30	106,30	108,86	108,64	114,01	113,83	105,13	112,01	109,72	8,88
02	110,3	108,82	110,19	109,20	106,55	108,81	108,59	114,01	113,68	105,18	112,26	109,73	8,83
04	110,4	108,92	110,24	109,25	106,50	108,86	108,59	114,16	113,63	105,48	111,28	109,69	8,68
06	110,3	108,87	110,24	109,25	106,64	108,81	108,54	114,06	113,78	105,13	109,86	109,52	8,93
08	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,86	108,64	114,11	113,93	105,72	111,52	109,78	8,39
10	110,2	108,87	110,34	109,35	106,50	108,96	108,74	114,06	113,58	105,33	112,21	109,79	8,73
12	110,3	109,02	110,29	109,25	106,55	108,86	108,74	114,01	113,73	105,23	110,25	109,59	8,78
14	110,3	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,69	114,01	113,93	105,38	109,91	109,52	8,63
16	110,3	108,87	110,29	109,35	106,64	108,81	108,59	114,16	113,73	105,28	112,21	109,79	8,88
18	110,4	108,97	110,29	109,30	106,50	108,81	108,54	114,16	113,58	105,13	110,20	109,55	9,03
20	110,3	108,87	110,24	109,30	106,60	108,81	108,54	114,06	113,93	105,23	112,26	109,78	8,83
22	110,3	108,92	110,24	109,25	106,60	108,81	108,64	114,06	113,73	105,13	112,16	109,75	8,93
24	110,3	108,87	110,29	109,35	106,55	108,81	108,69	114,16	113,83	105,28	110,01	109,58	8,88
26	110,3	108,82	110,24	109,30	106,55	108,86	108,74	114,01	113,83	105,67	111,57	109,76	8,34
28	110,3	108,87	110,34	109,35	106,30	108,86	108,74	114,11	113,88	105,52	112,21	109,82	8,58
30	110,3	108,87	110,24	109,30	106,55	108,96	108,69	114,11	113,83	105,57	110,15	109,63	8,54
32	110,3	108,92	110,24	109,20	106,55	108,81	108,74	114,01	113,58	105,13	110,20	109,54	8,88
34	110,2	109,02	110,29	109,30	106,55	108,91	108,74	114,16	113,83	105,72	110,15	109,67	8,44
36	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,96	108,69	114,11	113,73	105,52	110,10	109,62	8,58
38	110,3	108,82	110,24	109,30	106,50	108,96	108,64	114,01	113,93	105,13	112,06	109,76	8,88
40	110,3	108,82	110,24	109,30	106,60	108,86	108,69	114,11	113,78	105,43	111,62	109,74	8,68
42	110,3	108,87	110,19	109,30	106,50	108,81	108,59	114,01	113,58	105,18	110,10	109,51	8,83
44	110,3	108,97	110,34	109,35	106,50	108,86	108,54	114,01	113,73	105,33	111,87	109,75	8,68
46	110,4	108,92	110,29	109,35	106,30	108,86	108,59	114,11	113,88	105,23	110,69	109,62	8,88
48	110,3	108,82	110,29	109,35	106,55	108,91	108,64	114,11	113,68	105,23	112,26	109,78	8,88
50	110,3	108,87	110,29	109,35	106,40	108,96	108,59	114,16	113,93	105,28	110,74	109,66	8,88
52	110,3	109,02	110,34	109,20	106,69	108,91	108,69	114,11	113,78	105,13	111,62	109,75	8,98
54	110,3	108,87	110,34	109,30	106,50	108,86	108,74	114,06	113,58	105,72	111,91	109,79	8,34
56	110,2	108,87	110,19	109,30	106,60	108,86	108,74	114,06	113,78	105,52	110,30	109,62	8,54
58	110,3	108,87	110,29	109,25	106,64	108,81	108,59	114,06	113,73	105,28	110,50	109,60	8,78
60	110,3	108,92	110,29	109,30	106,30	108,81	108,54	114,01	113,68	105,18	109,91	109,49	8,83
T. PROM	110,3	108,89	110,27	109,30	106,51	108,86	108,65	114,08	113,76	105,34	111,10	109,67	
T. MAX	110,4	109,02	110,34	109,35	106,69	108,96	108,74	114,16	113,93	105,72	112,26		
T. MIN	110,2	108,82	110,19	109,20	106,30	108,81	108,54	114,01	113,58	105,13	109,86		
DTT	0,2	0,20	0,15	0,15	0,39	0,15	0,20	0,15	0,35	0,59	2,40		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,16	0,57
Mínima Temperatura Medida	105,13	0,46
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,40	0,05
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,74	0,70
Estabilidad Medida (±)	1,20	0,03
Uniformidad Medida	9,03	0,70

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

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

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

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01953-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

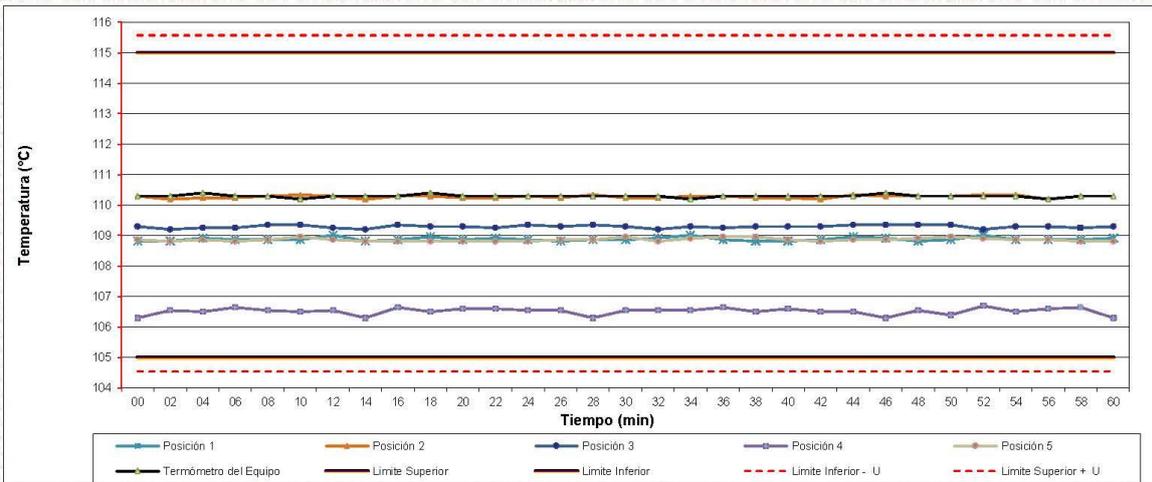


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024

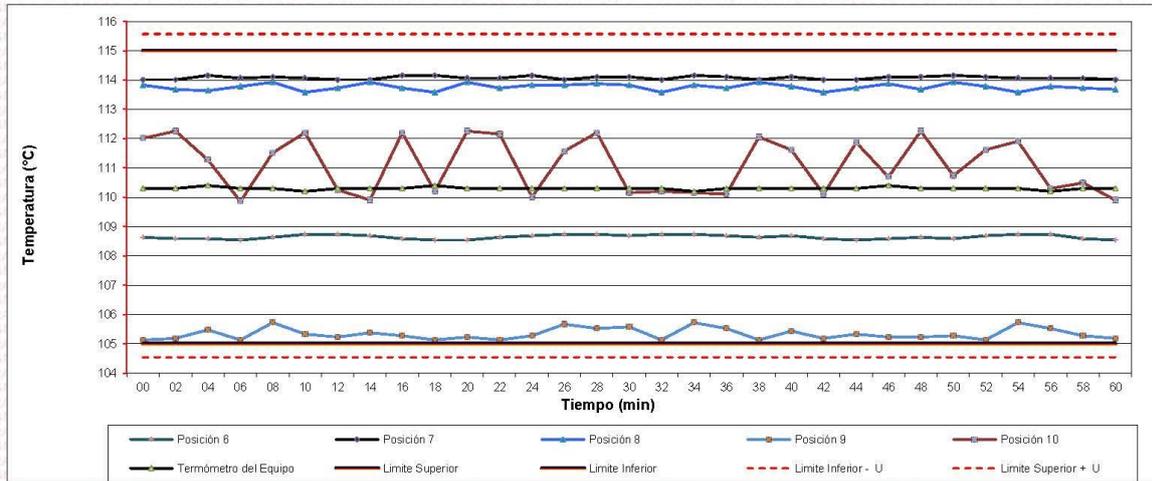


Certificado de Calibración 291-CT-2022
Página 4 de 5

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 01953-A

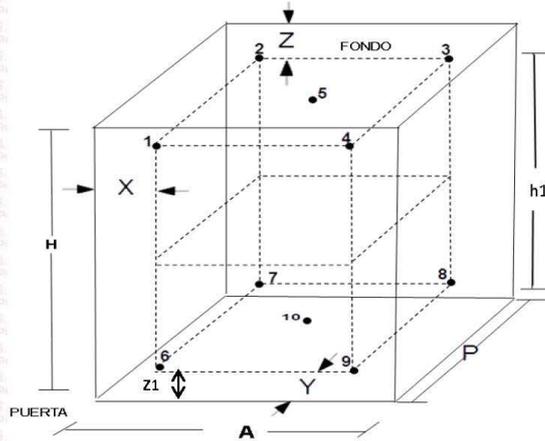
Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 55,0 cm

P= 44,0 cm

H= 55,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 6,0 cm **Z=** 12,0 cm

Y= 4,5 cm **Z1=** 9,5 cm

Distancias entre planos

h1= 33,5 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 31,5 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 11,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0123P	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	LEM-ENGIL S.C.R.L.	
2. Dirección	Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA	
3. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	SERVIMETROL	
Modelo	SM - F001	
Número de Serie	100	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
4. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
5. Fecha de Calibración	2022-10-29	
6. Fecha de Emisión	2022-11-01	

Sello

Jefe de Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

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

8. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	65 % HR	64 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2021-1 95857 / 2021-1 6727	Celda de carga calibrado a 30 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 028-22A

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 048 - 2022

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 t

Marca : KELI

Modelo : DEF-A

N° de Serie : E4W1966

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud	Incertidumbre U (k=2)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	q (%)	(%)
10	500,0	499,4	499,7	499,3	0,1	0,2
20	1000,0	999,2	999,8	998,9	0,1	0,2
30	1500,0	1501,6	1501,2	1500,8	-0,1	0,2
40	2000,0	2001,9	2001,3	2001,5	-0,1	0,2
50	2500,0	2502,9	2502,1	2502,4	-0,1	0,2
60	3000,0	3003,8	3003,0	3003,5	-0,1	0,2
70	3500,0	3505,8	3505,0	3505,4	-0,2	0,2
80	4000,0	4006,9	4006,1	4006,2	-0,2	0,2
90	4500,0	4508,3	4508,0	4508,6	-0,2	0,2
100	5000,0	5010,1	5009,5	5009,4	-0,2	0,2

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

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0123P	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	LEM-ENGIL S.C.R.L.	
2. Dirección	Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA	
3. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de indicación	0 mm a 25 mm / 0 pulg a 1 pulg	
División de Escala / Resolución	0,01 mm / 0,0005 pulg	
Marca	INSIZE	
Modelo	2112-25	
Número de Serie	1608170447	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
4. Fecha de Calibración	2022-10-29	
5. Fecha de Emisión	2022-11-01	

Sello

Jefe de Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del DM - INACAL. Tercera Edición, 2019.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. F6 Lote 19 Jr. Los Ingenieros Asoc. Ramon Castilla, San Juan de Lurigancho - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,7 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 210468001/M1	BLOQUES PATRÓN DE LONGITUD	DM / INACAL LLA-C-054-2022
COMPARADOR DE BLOQUES PATRÓN: LLA-303-2022		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SML - 026 - 2022

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
2,000	2,00	0
5,000	5,00	0
10,000	10,00	0
15,000	15,00	0
19,999	20,00	1
24,999	25,00	1

Alcance del error de indicación (f_e) : 1 μm

Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
24,999	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1
	25,00	1

Error de Repetibilidad (f_w) : 0 μm

Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

12. Incertidumbre

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

ANEXO 6 BOLETA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

28/4/23, 19:47

:: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

LEM-ENGIL S.R.L. LEM-ENGIL SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA MZA. F6 LOTE. 19 JR. LOS INGENIEROS ASOC. SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600588924 EB01-5					
Fecha de Vencimiento : 29/04/2023 Fecha de Emisión : 28/04/2023 Señor(es) : CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES DNI : 73362867 Tipo de Moneda : SOLES Observación :							
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	ADELANTO POR SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TESIS UNIVERSITARIA	610.00	0.00	719.80	0.00	
Otros Cargos :						S/0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/719.80	
SON: SETECIENTOS DIECINUEVE Y 80/100 SOLES							
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :					S/ 610.00
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :					S/ 0.00
		Op. Inafecta :					S/ 0.00
		ISC :					S/ 0.00
		IGV :					S/ 109.80
		ICBPER :					S/ 0.00
		Otros Cargos :					S/ 0.00
		Otros Tributos :					S/ 0.00
		Monto de Redondeo :					S/ 0.00
		Importe Total :					S/ 719.80
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

LEM-ENGIL S.R.L.		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA				
LEM-ENGIL SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA		RUC: 20600588924				
MZA. F6 LOTE. 19 JR. LOS INGENIEROS ASOC. SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA		EB01-6				
Fecha de Vencimiento	: 17/05/2023					
Fecha de Emisión	: 17/05/2023					
Señor(es)	: CRISTIAN GONZALO ANGULO TORRES					
DNI	: 73362867					
Tipo de Moneda	: SOLES					
Observación	:					
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	CANCELACION POR SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TESIS UNIVERSITARIA	610.00	0.00	719.80	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/719.80
SON: SETECIENTOS DIECINUEVE Y 80/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :	S/ 610.00			
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :	S/ 0.00			
		Op. Inafecta :	S/ 0.00			
		ISC :	S/ 0.00			
		IGV :	S/ 109.80			
		ICBPER :	S/ 0.00			
		Otros Cargos :	S/ 0.00			
		Otros Tributos :	S/ 0.00			
		Monto de Redondeo :	S/ 0.00			
		Importe Total :	S/ 719.80			
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>						

ANEXO 7 FICHA TECNICA CLORURO DE SODIO (ALIMAC)



RUC. 20524086019

FICHA TECNICA

1.- IDENTIFICACION

Nombre Comercial : Sal Grano
Marca : INDUSDAL
Nombre Químico : Cloruro de Sodio (NaCl)

2.- DESCRIPCION

Producto conformado por cristales gruesos, de color blanco cristalino, inodoro, sabor salino característico, soluble en agua e hidrosκόpico.

3.- PROCESO DE FABRICACION

Partiendo del agua de mar y mediante un proceso de precipitación se obtiene el cloruro de sodio. La sal se apila hasta el momento de que sea despachada.

4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARAMETRO	UNIDAD	ESPECIFICACION
Cloruro de Sodio(NaCl)	% m/m base seca	97.50 min
Sulfatos, SO	mg / kgs	9500 max.
Magnesio, Mg	mg / kgs	1500 max.
Calcio, Ca	mg / kgs	3000 max.
Humedad	% m/m	4.00 max.
Insolubles	% m/m	0.30 max.
Granulometria	% m/m	de 10mm a 30mm

Requisitos para contaminantes

CONTAMINANTES	LIMITE MAXIMO mg/kg
Arsénico, As	0.5
Cobre, Cu	2
Plomo, Pb	2
Cadmio, Cd	0.5
Mercurio, Hg	0.1

Requisitos Microbiológicos

Ausencia de coliformes, Microorganismos patógenos y cromogénicos, bacteria halófilas, (reportadas bajo el límite de detección cuantificable) y el recuento de aerobios mesófilos no debe ser mayor a $2,0 \times 10^6$ UFC/g

CALLE SAN FRANCISCO MZ.C LT.21 URB. PORTADA DEL SOL LA MOLINA

Teléfono : (01) 495-2315 / 983674686 / 936503915

Correo : info@alimac.com.pe



RUC. 20524086019

5.- USO

Esta sal se utiliza para tratamientos de agua y procesos industriales.

6.- GMO

N/A

7.- DECLARACION ALERGENOS

N/A

8.- PRESENTACION

PESO DEL PRODUCTO POR EMPAQUE	MATERIAL DE EMPAQUE	PRESENTACION
50 kgs	Polipropileno	Sacos
25 kgs	Polipropileno	Sacos

9.- TIEMPO DE VIDA

El producto posee vida útil ilimitada.

10.- ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION

Se realiza al aire libre sobre pallets de madera evitando el contacto con cualquier tipo de Contaminantes e insalubridad de tal forma que se vea afectada la calidad del producto.

11.- TRANSPORTE

El transporte se realiza en condiciones tales que excluyan el riesgo de contaminación y/o modificación de sus características físico-químicas u organolépticas del producto.

12.- PRECAUCIONES Y RESTRICCIONES

La aceptación de la presente especificación y el uso final del producto es de absoluta Responsabilidad de los clientes.


Ing. Carlos Rodríguez
Control de calidad

CALLE SAN FRANCISCO MZ.C LT.21 URB. PORTADA DEL SOL LA MOLINA

Teléfono : (01) 495-2315 / 983674686 / 936503915

Correo : info@alimac.com.pe

ANEXO 9 PANEL FOTOGRAFICO

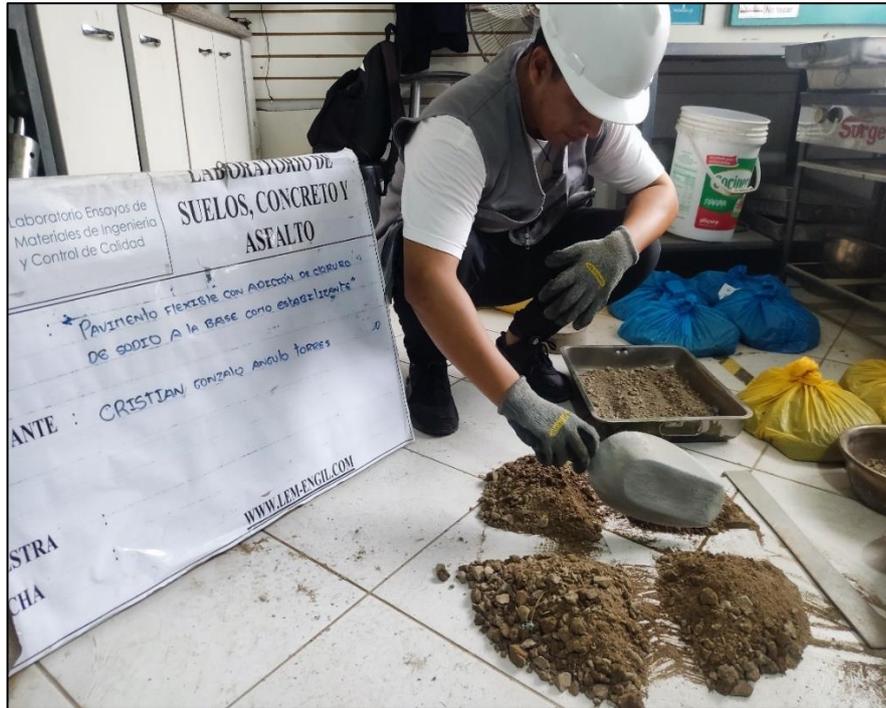


IMAGEN 1: Cuarteo de material granular



IMAGEN 2: Pesado de la muestra en balanza



IMAGEN 3: Secado en el horno a $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$



IMAGEN 4: Lavado del material por la malla #200



IMAGEN 5: Tamices para ensayo granulométrico



IMAGEN 6: Ensayo granulométrico



IMAGEN 7: Ensayo de limite liquido copa caza grande



IMAGEN 8: Ensayo de limite plástico con vidrio esmerilado



IMAGEN 9: Compactación con pisón para Proctor modificado



IMAGEN 10: Saturación de molde para comprobar expansión



IMAGEN 11: Preparación de prensa hidráulica



IMAGEN 12: Preparación de prensa hidráulica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "PAVIMENTO FLEXIBLE CON ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO A LA BASE COMO ESTABILIZANTE, AV. SAN NICOLAS, LIMA - 2022", cuyo autor es ANGULO TORRES CRISTIAN GONZALO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, 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.

LIMA, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 08-07- 2023 18:17:58

Código documento Trilce: TRI - 0575192