

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Efectos en el uso de polímeros  
en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023**

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Bachiller Cruz Rodríguez, Diego Ernesto

**ORCID 0009-0004-0554-0740**

Bachiller De la Cruz Coraquillo, Oswaldo Jeanpier

**ORCID 0009-0005-7094-532X**

**ASESOR:**

**Dr. León Bobadilla, Abner Itamar**

**ORCID 0000-0003-2949-6591**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Efectos en el uso de polímeros**  
**en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023**

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

**REVISADO Y APROBADA POR:**

**Dr. Abner Itamar León Bobadilla**

**ASESOR**

**DNI. N° 32942184**

**ORCID 0000-0003-2949-6591**

**Nuevo Chimbote – Perú**  
**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Efectos en el uso de polímeros**

**en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023**

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

**REVISADO Y APROBADA POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

**Ms. Ing. Julio César Rivasplata Díaz**  
**Presidente**  
DNI. N°. 32770844  
ORCID 0000-0002-4180-9362

**Ms. Ing. Luz Esther Álvarez Asto**  
**Secretaria**  
DNI. N°. 32968961  
ORCID 0000-0001-9050-761

**Dr. Abner Itamar León Bobadilla**  
**Integrante**  
DNI. N°. 32942184  
ORCID 0000-0003-2949-6591

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de septiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 435-2024-UNS-CFI, con fecha 18.07.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretario), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 558-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EFECTOS EN EL USO DE POLÍMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA – LA GRAMA - 2023", presentado por los Bachilleres: CRUZ RODRIGUEZ DIEGO ERNESTO con cód. N° 0201813013 y DE LA CRUZ CORAQUILLO OSWALDO JEANPIER con cód. 0201813041, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 471 -2023-UNS-FI, de fecha 06.07.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CRUZ RODRIGUEZ DIEGO ERNESTO	16	REGULAR

Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 16 de septiembre de 2024.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de septiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 435-2024-UNS-CFI, con fecha 18.07.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 558-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EFECTOS EN EL USO DE POLÍMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA – LA GRAMA - 2023", presentado por los Bachilleres: CRUZ RODRIGUEZ DIEGO ERNESTO con cód. N° 0201813013 y DE LA CRUZ CORAQUILLO OSWALDO JEANPIER con cód. 0201813041, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 471 -2023-UNS-FI, de fecha 06.07.2023.

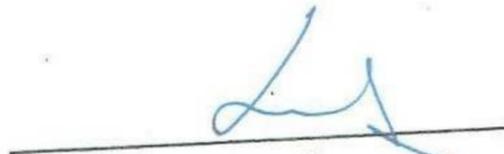
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
DE LA CRUZ CORAQUILLO OSWALDO JEANPIER	16	REGULAR

Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 16 de septiembre de 2024.

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Diego Ernesto Cruz Rodríguez  
Título del ejercicio: INFORMETESIS  
Título de la entrega: Efectos en el uso de polímeros en la subrasante del camino ...  
Nombre del archivo: TESIS\_PARA\_EMPASTAR\_ORIGINAL.pdf  
Tamaño del archivo: 13.92M  
Total páginas: 237  
Total de palabras: 43,228  
Total de caracteres: 204,028  
Fecha de entrega: 20-sept.-2024 10:43a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2412061165

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Efectos en el uso de polímeros  
en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Bachiller Diego Ernesto Cruz Rodríguez  
ORCID 0009-0004-0554-0740

Bachiller Osvaldo Jeanpier De la Cruz Coraquito  
ORCID 0009-0005-7094-532X

**ASESOR:**

Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
ORCID 0000-0003-2949-6591

Nuevo Chimbote – Perú

2024

# Efectos en el uso de polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023

## FORME DE ORIGINALIDAD

12%

ÍNDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

- |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | <a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5%  |
| 2 | <a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5%  |
| 3 | IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Hualmay, Huaura, Santa María, Végueta, Caleta de Carquín y Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima-IGA0016378", R.A. N° 323-2018/MPH, 2022<br>Publicación | <1% |
| 4 | Submitted to Universidad Privada del Norte<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1% |
| 5 | Junior Jeampier Guevara Camus, Jaime Villalobos Banda, Leopoldo Choque Flores.<br>"Estudio comparativo de los aditivos químicos"                                                                                                                                                                                                                                   | <1% |

## DEDICATORIA

Agradezco profundamente a Dios por brindarme la oportunidad de vivir y por guiarme a lo largo de este extenso camino lleno de desafíos. Agradezco también por proveerme la fortaleza para perseverar en los momentos de debilidad, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente. Le doy gracias por permitirme alcanzar uno de mis más grandes anhelos.

A mis padres, Ernesto Cruz León y Mirtha Ana Rodríguez Paucar, por darme la vida y brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi existencia. Les agradezco por los valores que me han inculcado, sus sabios consejos y la confianza que siempre han depositado en mí. Gracias por formarme como una persona íntegra y, sobre todo, por su inmenso amor. Los admiro y respeto profundamente.

A mi hermana, Darla Cruz Rodríguez, por su constante presencia y apoyo en mi vida. Agradezco especialmente por ser la inspiración que me motiva cada día a ser una mejor persona.

A mis tíos, Sonia Rodríguez Paucar y Jorge Sánchez Díaz, por su apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino. Les agradezco por compartir conmigo momentos de alegrías y fracasos, y por demostrarme que siempre puedo contar con ellos.

**Bachiller Diego Ernesto Cruz Rodríguez**

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, mi guía constante. A lo largo de mi vida, ha derramado bendiciones sobre mí y me ha otorgado la fortaleza para perseguir mis objetivos sin desfallecer.

Gracias a mis padres, Henry Armando De La Cruz Rosales e Irayda Mabel Coraquillo Inocente, por su amor, esfuerzo y sacrificio a lo largo de los años. Gracias a ustedes he llegado a donde estoy y soy quien soy hoy. Es un verdadero orgullo y honor ser su hijo; son los mejores padres que alguien podría desear.

Gracias a mi hermano, Thair Ramses De La Cruz Coraquillo, por estar presente en esta etapa importante de mi vida y por brindarme su apoyo espiritual.

A mi compañera de vida, gracias por tu apoyo incondicional en este arduo camino. Gracias por compartir conmigo momentos de alegrías y fracasos, y por demostrarme que siempre podré contar contigo.

**Bachiller Oswaldo Jeanpier De la Cruz Coraquillo**

## AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra profunda gratitud a Dios, quien constantemente nos colma de bendiciones, nos acompaña y guía a lo largo de nuestras vidas, brindándonos la sabiduría y la paciencia necesarias para alcanzar con éxito nuestras metas propuestas.

Gracias a nuestros padres, hermanas, y a todos los que participaron en este trabajo. Su apoyo incansable ha sido fundamental para superar todas las situaciones que parecían complicadas e imposibles.

Gracias a nuestro asesor Dr. Abner Itamar León Bobadilla, cuyo asesoramiento y apoyo fueron esenciales para completar este trabajo. También extendemos nuestro agradecimiento a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Santa, cuya guía nos ha inspirado a convertirnos en talentos y profesionales. Su conocimiento, sabiduría y apoyo han sido fundamentales en nuestro desarrollo académico y profesional.

## LOS AUTORES

## Índice general

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
Capítulo I: INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación Del Problema .....	18
1.2.1. Problema General .....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4. Formulación de la hipótesis.....	19
1.5. Justificación e Importancia.....	20
Capítulo II: MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Antecedentes de la investigación: .....	22

2.1.1. Internacional .....	22
2.1.2. Nacional.....	24
2.2. Marco Conceptual .....	26
2.2.1. Efectos en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama. ....	26
2.2.1.1. Propiedades físicas .....	27
2.2.1.2. Propiedades mecánicas.....	30
2.2.2. Polímero .....	31
2.2.2.1. Estabilizador z con polímeros .....	32
Capitulo III: METODOLOGÍA .....	34
3.1. Enfoque de la investigación .....	35
3.2. Diseño de investigación .....	37
3.3. Población y muestra .....	38
3.4. Operacionalización o Categorización de las variables de estudio.....	39
3.4.1. Variable independiente .....	39
3.4.2. Variable dependiente .....	39
3.4.3. Matriz de consistencia .....	40
3.4.4. Matriz de operacionalización de variables .....	41
3.5. Técnica e Instrumentos de recolección de datos .....	42
3.6. Técnicas de análisis de resultados.....	43
Capitulo IV: RESULTADOS .....	45

4.1.	Análisis e interpretación de resultados .....	46
4.1.1.	Determinación de las propiedades físicas(Granulometría , límites de consistencia , humedad , Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad) y propiedad mecánica (Capacidad de soporte) de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama. ....	46
4.1.2.	Determinar la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) a incorporar en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama, con el fin de maximizar su capacidad de soporte.....	53
4.1.3.	Realizar un Análisis comparativo de la capacidad de soporte de la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%). ....	61
4.1.4.	Prueba de hipótesis .....	62
4.2.	Discusión.....	66
Capitulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		69
5.1	Conclusiones .....	70
5.2	Recomendaciones.....	73
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		74

## Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 01 .....	46
Tabla 2. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 02 .....	47
Tabla 3. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 03 .....	48
Tabla 4. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 04 .....	49
Tabla 5. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 05 .....	49
Tabla 6. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 06 .....	50
Tabla 7. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 07 .....	51
Tabla 8. Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 08 .....	52
Tabla 9. Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 01 ...	53
Tabla 10. Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 03.	55
Tabla 11. Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 08.	58
Tabla 12. ANOVA de los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20,25%) .....	63
Tabla 13. TUKEY de los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20,25%) .....	64

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental .....	38
Figura 2. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 01 .....	54
Figura 3. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 01 .....	55
Figura 4. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 03 .....	56
Figura 5. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 03.....	57
Figura 6. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 08 .....	59
Figura 7. Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 08.....	60
Figura 8. Diagrama de barras del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el CBR promedio al 100% - MDS de las muestras de suelo del camino Nepeña-Grama.....	61
Figura 9. Distribución F para los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20%,25%) .....	63
Figura 10. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 01 .....	225
Figura 11. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 02.....	225
Figura 12. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 03.....	226
Figura 13. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 04.....	226
Figura 14. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 05.....	227
Figura 15. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 06.....	227
Figura 16. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 07.....	228

Figura 17. Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 08.....	228
Figura 18. Selección de las muestras de suelos de la calicata 01.....	229
Figura 19. Cuarteo de las muestras de suelos de la calicata 01.....	229
Figura 20. Ensayo para determinar el contenido de humedad de las muestras de suelos de la C-08.....	230
Figura 21. Ensayo para determinar los límites de consistencia de las muestras de suelos de la C-03.....	230
Figura 22. Ensayo para determinar la granulometría de las muestras de suelos de la calicata 05.....	231
Figura 23. Ensayo para determinar los límites de consistencia de las muestras de suelos de la calicata 07 .....	231
Figura 24. Ensayo para determinar la máxima densidad seca y humedad optima de las muestras de suelos de la calicata 04 .....	232

## Índice de Anexos

Anexo 01 – Resultados de los ensayos realizados al camino vecinal Nepeña-la Grama-2023 .....	87
Anexo 02 – Resultados de los ensayos realizados al camino vecinal Nepeña-la Grama-2023 con la aplicación de polímeros (15%,20%,25%) .....	166
Anexo 03 – Certificados de calibración de equipos .....	202
Anexo 04 – Panel fotográfico.....	231
Anexo 05 – Análisis estadístico con SPSS.....	239

## RESUMEN

La investigación exploró el impacto del uso de polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama a través de un estudio cuasiexperimental y cuantitativo. Se examinaron las características físicas del suelo, como granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, densidad seca máxima y humedad óptima, así como la resistencia mecánica de la subrasante. Además, se identificaron las concentraciones más efectivas de polímero (15%, 20%, 25%) para optimar la capacidad de soporte del camino. El estudio realizó un análisis comparativo del efecto de distintas concentraciones de polímeros en la capacidad de soporte del suelo, revelando variaciones significativas especialmente en puntos con los valores más bajos de CBR. Estos puntos críticos se identificaron como ideales para iniciar la aplicación de polímeros, observándose mejoras notables en la durabilidad y transitabilidad del camino. Los hallazgos manifestaron que un incremento en la dosificación del polímero estaba correlacionado con mejoras en el CBR. El uso de un 25% de polímero generó las mayores mejoras, sugiriendo que esta es la dosis más efectiva para maximizar la resistencia de la subrasante. Este aumento progresivo en el CBR con mayores concentraciones de polímero también abrió la posibilidad de explorar dosis superiores para evaluar si los beneficios continúan aumentando o si hay un límite para las mejoras adicionales. En conclusión, la investigación confirmó que la aplicación de polímeros en la subrasante del camino Nepeña-Grama mejora efectivamente la capacidad de soporte del suelo de manera proporcional a la dosis del polímero, siendo el 25% la concentración más recomendable para una mejora sustancial en la estabilidad del suelo.

Palabra clave: Subrasante, Polímero, CBR.

## ABSTRACT

The research explored the impact of the use of polymers on the subgrade of the Nepeña-la Grama local road through a quasi-experimental and quantitative study. The physical characteristics of the soil, such as granulometry, Atterberg limits, moisture content, maximum dry density and optimal moisture, as well as the mechanical resistance of the subgrade, were examined. Additionally, the most effective concentrations of polymer (15%, 20%, 25%) were identified to improve the bearing capacity of the road. The study carried out a comparative analysis of the effect of different concentrations of polymers on the bearing capacity of the soil, revealing significant variations especially in points with the lowest CBR values. These critical points were identified as ideal to begin the application of polymers, observing notable improvements in the durability and passability of the road. The results demonstrated that an increase in polymer concentration was correlated with improvements in CBR. The use of 25% polymer generated the greatest improvements, suggesting that this is the most effective dose to maximize subgrade strength. This progressive increase in CBR with higher polymer concentrations also opened the possibility of exploring higher doses to evaluate whether the benefits continue to increase or if there is a limit to further improvements. In conclusion, the research confirmed that the application of polymers in the subgrade of the Nepeña-Grama road effectively improves the support capacity of the soil in a manner proportional to the dose of the polymer, with 25% being the most recommended concentration for a substantial improvement in the soil stability.

Keyword: Subgrade, Polymer, CBR.



**CAPÍTULO I**

**INTRODUCCIÓN**

La mejora de la infraestructura vial es un desafío constante para garantizar la conectividad y el desarrollo de las comunidades. En este contexto, el camino vecinal Nepeña-la Grama presenta una problemática evidente en su subrasante, afectando su estabilidad y capacidad de carga. Ante esta situación, surge la necesidad de explorar nuevas alternativas para fortalecer esta infraestructura vital. En respuesta a este desafío, el presente proyecto propone el uso de polímeros como una solución innovadora y prometedora. A través de una investigación aplicada y cuasi experimental, se busca evaluar los efectos de la aplicación de polímeros en la subrasante del camino mencionado. Este estudio se centra en analizar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, tanto en su estado original como con la incorporación de polímeros en diferentes porcentajes. Mediante la observación meticulosa y el análisis de datos, se pretende determinar el impacto de esta intervención en la capacidad de soporte del suelo, representada a través del Índice de plasticidad, densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad. La comparación del CBR (California Bearing Ratio) entre las muestras con y sin polímeros permitirá validar la hipótesis de que el uso de polímeros genera un efecto positivo en la capacidad portante del suelo. Los resultados obtenidos no solo contribuirán al conocimiento científico en el campo de la ingeniería vial, sino que también proporcionarán una base sólida para la toma de decisiones en futuros proyectos de mejoramiento de caminos, promoviendo así el desarrollo sostenible y la seguridad de las comunidades locales.

## 1.1. Descripción del problema

En un contexto indonesio, Cahyadi y Puspasari (2020) señalaron que, en la región de Kalimantan Central, los suelos exhibían un CBR en el rango de 3 a 7%, lo cual fue considerado como un nivel bajo o deficiente en términos de calidad de suelos. El bajo CBR de los suelos en Kalimantan Central, Indonesia, como se mencionó en el artículo, tuvo efectos significativos en la organización, diseño y construcción de carreteras y pavimentos en la región. Esto requirió una estrategia de ingeniería y planificación cuidadosa para abordar los desafíos que presentó esta característica del suelo en la infraestructura vial.

En Malasia, según las investigaciones de Kamaruddin y colaboradores (2020), se descubrió que, en las regiones costeras de la península malaya, los suelos arcillosos marinos exhibían características de resistencia baja, compresibilidad alta y permeabilidad reducida. La baja resistencia del suelo arcilloso marino afectó la estabilidad de estructuras e infraestructuras construidas en estas zonas costeras. Los edificios, carreteras, puentes y otras instalaciones debieron diseñarse considerando la capacidad del suelo para soportar cargas.

En la India, según las investigaciones de Indiramma y colaboradores (2019), se señaló que los suelos con contenido de arcilla presentaban propiedades de baja capacidad de carga, alta contracción y tendencia al hinchamiento. Estas características generaron dificultades en la construcción y mantenimiento de carreteras. Las características geotécnicas de los suelos arcillosos con baja capacidad de carga, alta contracción y características de hinchamiento, tal como se mencionó en el artículo, requirieron enfoques específicos en el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras en la India para garantizar su durabilidad y funcionamiento seguro.

En Perú, según el Centro de Comercio Exterior (CCEX) de la Cámara de Comercio (2018),

la Red Vial abarcaba un total de 95,863 kilómetros, de los cuales únicamente el 16% estaba pavimentado, lo que equivalía a aproximadamente 15,496 kilómetros. En contraste, el 84% restante se hallaba en condiciones de afirmado o era considerada trocha, abarcando una extensión de 80,367 kilómetros. La falta de pavimentación en la mayoría de la Red Vial en Perú presentó implicaciones en términos de comercio, conectividad, desarrollo y seguridad vial, requiriendo medidas integrales y una inversión sostenida en infraestructura vial. Los caminos no pavimentados contribuyeron a la erosión del suelo y la contaminación del aire debido al polvo y las partículas suspendidas generadas por el tráfico vehicular.

En la actualidad, el camino vecinal Nepeña-Grama servía como la vía para vehículos pesados utilizados en el transporte de productos agrícolas y comerciales, así como para vehículos livianos que trasladaban a los moradores de las zonas habitadas. El peso del transporte de carga superaba el soporte que este camino proporcionaba, haciendo que se asentara la tierra y se formaran baches de diversos tamaños, lo cual dañaba aún más el camino y reducía la vida útil de los vehículos circulantes.

Las principales causas del problema radicaban en la baja capacidad de carga y la alta contracción de los suelos en diversas regiones, así como en la falta de mantenimiento y pavimentación adecuada de las carreteras. Además, el uso intensivo de los caminos por vehículos pesados exacerbaba el deterioro de las vías.

Los efectos del problema incluyeron el deterioro acelerado de los vehículos, mayores costos de mantenimiento y reparación, aumento de accidentes viales, obstaculización del comercio, y un impacto negativo en el desarrollo socioeconómico de las áreas afectadas. La erosión del suelo y la contaminación del aire también fueron consecuencias notables.

Actualmente, existen mejoras de subrasante con aditivos que satisfacen la necesidad de mejorar la vida útil de las vías. En estudios realizados alrededor del mundo:

- Cardoso y Rojas (2023) concluyeron que la mayoría de los suelos de Bogotá eran arcillosos y que el uso de material reciclado PET (Polietileno Tereftalato) para estabilizar caminos mostró grandes mejoras como mayor resistencia, permeabilidad y prevención de hundimientos y erosión.
- Celis, Mendoza, y Piusseaut (2023) concluyeron que las propiedades del suelo podían mejorarse incorporando cemento, reduciendo la plasticidad y aumentando la capacidad portante. Recomendaron usar un 3% en función al peso seco de la muestra de suelo para lograr mejoras en las características del terreno.
- Celi y Portilla (2021) concluyeron que adicionar PET, PP y PE a la subrasante en estado natural incrementaba significativamente el CBR, logrando un aumento de hasta un 57% en comparación con el suelo en estado natural que tenía un CBR de 6.9%.

Para abordar estos desafíos, se propone evaluar el efecto del uso de polímeros en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama. A través de este estudio, se busca proporcionar soluciones técnicas que mejoren la durabilidad y seguridad de la infraestructura vial en la región, contribuyendo así al desarrollo socioeconómico y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

## 1.2. Formulación Del Problema

La deteriorada condición del tramo del camino vecinal Nepeña-Grama ha ocasionado problemas significativos de intransitabilidad. Esta situación dificulta el traslado de los productos hacia los mercados regionales y nacionales, impactando negativamente en la economía local. En vista de esta problemática, surge la motivación para plantear el proyecto titulado " Efectos en el uso de polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama-2023". El propósito de este proyecto es explorar la viabilidad y los efectos del empleo de polímeros en la subrasante, con la esperanza de abordar los desafíos de movilidad y accesibilidad que enfrenta la comunidad y mejorar así su conectividad con los mercados y oportunidades económicas más amplias.

Por lo cual surge las siguientes interrogantes:

### *1.2.1. Problema General*

Esto lleva a preguntar: ¿Qué efectos produce los polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama ?

### *1.2.2. Problemas específicos*

- ¿Qué propiedades físicas(Granulometría , límites de consistencia , humedad , Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad) y mecánica (Capacidad de soporte) presenta la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama?
- ¿Cuál es la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) que debe ser añadido a la subrasante del camino Nepeña-Grama para mejorar su capacidad de soporte?
- ¿Cuál es la diferencia en la capacidad de soporte entre la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%) ?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. *Objetivo General*

Determinar los efectos en el uso de polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-La Grama-2023.

#### 1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar las propiedades físicas (Granulometría, límites de consistencia, humedad, Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad) y propiedad mecánica (Capacidad de soporte) de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.
- Determinar la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) a incorporar en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama, con el fin de maximizar su capacidad de soporte.
- Realizar un Análisis comparativo de la capacidad de soporte de la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%).

### 1.4. Formulación de la hipótesis

Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo, resultando en una subrasante más resistente y adecuada para soportar el tráfico de vehículos. Esta mejora se reflejará en una infraestructura vial más duradera y funcional.

## 1.5. Justificación e Importancia

La mejora de la capacidad de soporte del camino vecinal Nepeña-Grama mediante el uso de polímeros tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes de la región. Un camino en mejores condiciones facilita el acceso a servicios básicos como educación y salud, reduce el tiempo de viaje y aumenta la seguridad vial. Además, una infraestructura vial adecuada promueve la integración social al conectar comunidades aisladas, favoreciendo la cohesión y el desarrollo comunitario.

La investigación contribuye significativamente al ámbito económico, ya que una subrasante más resistente reduce los costos de mantenimiento y reparación del camino. Esto implica una disminución en el gasto público destinado a la infraestructura vial y una mayor eficiencia en el transporte de productos agrícolas y comerciales. La mejora de la capacidad de soporte del suelo incrementa la durabilidad del camino, favoreciendo la actividad económica local y regional al facilitar el comercio y reducir los costos logísticos.

Desde una perspectiva académica, este estudio aporta al conocimiento sobre la aplicación de polímeros en la estabilización de suelos, un campo de creciente interés en la ingeniería civil. La investigación proporciona datos empíricos y análisis comparativos que pueden servir de referencia para futuros estudios y proyectos en áreas similares. Además, fomenta el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías en el diseño y construcción de infraestructuras viales, contribuyendo al avance científico y técnico en el ámbito de la ingeniería civil.



# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## **2.1. Antecedentes de la investigación:**

### **2.1.1. Internacional**

Villota (2021), en su ensayo de grado titulado "Uso de polímeros para la construcción de vías, una alternativa innovadora para la Ingeniería Colombiana", destacó la necesidad de desarrollo sostenible en la infraestructura vial de Colombia. Su investigación se enfocó en la estabilización de suelos y pavimentos con polímeros, aprovechando residuos sólidos como plásticos y neumáticos, con el fin de reducir el impacto ambiental y mejorar las propiedades mecánicas de los pavimentos. La metodología fue experimental y documental, revisando investigaciones internacionales y casos de estudio en países como India, Perú y Ecuador. El estudio identificó polímeros adecuados para las condiciones colombianas, explorando tecnologías como geo-sintéticos, geo-mallas, y asfalto modificado con resinas polimerizadas. El hallazgo principal fue que los polímeros derivados de residuos sólidos mejoran significativamente las propiedades estructurales de pavimentos y suelos estabilizados, reduciendo el uso de materiales pétreos con beneficios económicos y ambientales. Finalmente, se concluyó que la implementación de polímeros reciclados en la construcción de vías es una alternativa viable y beneficiosa para Colombia, recomendando fomentar su investigación y aplicación continua para un desarrollo más sostenible en el sector.

Wang et al. (2020), en su estudio "Analysis of Behaviors of the Railway Subgrade with a New Waterproof Seal Layer," abordaron los problemas de las capas impermeables en subbases ferroviarias en zonas de alta precipitación, que presentan defectos como grietas y pulverización, afectando la seguridad y aumentando los costos de mantenimiento. La investigación propuso una nueva capa impermeable compuesta por una mezcla de adhesivo de poliuretano (PA) para controlar la deformación interlaminar y prevenir la infiltración de agua, mejorando la estabilidad y durabilidad de las subbases ferroviarias. El enfoque fue experimental y aplicado, con pruebas de laboratorio para analizar las características

mecánicas y de atenuación de mezclas de grava mejoradas con polímeros bajo efectos termo-hidráulicos. Se evaluó el rendimiento impermeable en la estación Ciyawon del ferrocarril Baoshen, utilizando muestras de grava mejorada con PA (5%-10%) bajo condiciones naturales e inmersión en agua. Las pruebas incluyeron resistencia a la compresión y módulo resiliente bajo carga cíclica y temperatura controlada. La innovación radicó en la implementación de una capa impermeable de poliuretano, que demostró rigidez, elasticidad, flexibilidad, y eficacia en prevenir la infiltración de agua y mantener la estabilidad mecánica bajo condiciones adversas. Los resultados indicaron que esta mezcla mejoraba significativamente la resistencia y estabilidad de las subbases en áreas de alta precipitación, reduciendo la necesidad de mantenimiento y mejorando la seguridad operativa. Se concluyó que la capa impermeable mejorada con poliuretano es una solución viable y efectiva para subbases ferroviarias en zonas lluviosas, recomendándose su aplicación en proyectos futuros.

Nieto (2019) en la investigación “Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito”, definió el problema de los Caminos Básicos de Vehículos de Tracción (CBVT) y la necesidad de encontrar soluciones para mejorar la estabilidad de los suelos limosos mediante el uso de aditivos químicos no tradicionales. El estudio fue de tipo experimental y aplicado, utilizando una metodología experimental con ensayos de laboratorio para evaluar la efectividad de los aditivos químicos en suelos limosos. Se incluyó la evaluación de tres suelos limosos diferentes y el impacto de aditivos químicos no tradicionales en sus propiedades mecánicas. La muestra consistió en tres tipos de suelos limosos: Suelo MH (alta plasticidad), Suelo ML (baja plasticidad) y Suelo SB (borde entre limo y arcilla de baja plasticidad). Los métodos empleados fueron los ensayos de Mini-CBR Modificado y el Módulo Resiliente Triaxial. Las tecnologías utilizadas incluyeron el uso de aditivos no tradicionales B y P, junto con aditivos tradicionales como cal viva y cemento Portland. La innovación principal del

estudio radicó en la implementación de aditivos no tradicionales para la estabilización de suelos. Los ensayos mostraron que los aditivos no tradicionales mejoraron la resistencia y capacidad de soporte de los suelos limosos, haciendo viable su uso en la construcción de CBVT. La discusión abordó las ventajas de utilizar aditivos no tradicionales, resaltando su efectividad en mejorar las propiedades de los suelos y reducir los costos de construcción y mantenimiento. Finalmente, se concluyó que los aditivos B y P eran efectivos para la estabilización de suelos limosos, proporcionando una alternativa económica y eficiente para mejorar los CBVT en regiones con suelos problemáticos.

### ***2.1.2. Nacional***

Guerrero (2022), en su investigación "Estabilización de Suelo Cohesivo Incorporando Aditivo Sika Dust Seal en la Trocha Carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque", abordó la problemática de la transitabilidad en la trocha carrozable Yencala Boggiano, afectada por lluvias y baja capacidad de soporte del suelo cohesivo. Se propuso la estabilización del suelo con el aditivo Sika Dust Seal-340 como solución para mejorar la vía, especialmente en épocas de lluvia. La metodología fue experimental, con un grupo control y un grupo experimental. Se extrajeron muestras de suelo de cinco calicatas a lo largo de un tramo de 2.253 km, las cuales fueron estabilizadas con diferentes porcentajes del aditivo (2%, 8%, 14% y 20%). Los ensayos realizados incluyeron Proctor Modificado y CBR, utilizando equipos de laboratorio para medir las mejoras en las propiedades mecánicas del suelo. Los resultados indicaron que el aditivo Sika Dust Seal-340 mejoró significativamente la resistencia y capacidad de soporte del suelo cohesivo, alcanzando el mejor desempeño con una adición del 20%. Además, se destacó que el aditivo ayudó a reducir la formación de baches y la erosión, mejorando la transitabilidad y reduciendo los costos de mantenimiento. En conclusión, se determinó que la incorporación del aditivo Sika Dust Seal-340 en un 20% es óptima para la estabilización de suelos cohesivos en la trocha carrozable Yencala Boggiano, recomendando su aplicación en infraestructuras viales

en áreas con suelos problemáticos y condiciones climáticas adversas.

Abanto (2022), en su investigación titulada "Mejoramiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Suelos para Carreteras de Bajo Flujo Vehicular con el Uso de Estabilizador Z con Polímeros, Cajamarca 2022," se enfocó en mejorar la estabilidad y capacidad de carga de suelos en carreteras de bajo flujo vehicular mediante la adición de un estabilizador Z con polímeros. El estudio, de tipo aplicado y enfoque cuantitativo, empleó un diseño experimental para evaluar los efectos del estabilizador en las propiedades físicas y mecánicas del suelo. La investigación se centró en suelos de carreteras de la región de Cajamarca, seleccionando varias calicatas para recolección de datos. Se realizaron ensayos de laboratorio, incluyendo análisis granulométrico, límite de plasticidad, contenido de humedad y CBR, tanto en suelos naturales como estabilizados. Los resultados mostraron que el estabilizador Z con polímeros mejoró significativamente las propiedades del suelo, aumentando su capacidad de soporte y estabilidad, lo que respalda su uso en infraestructuras viales de bajo flujo vehicular. En conclusión, la adición del estabilizador Z con polímeros es una solución eficaz y económica para mejorar la infraestructura vial, incrementando la durabilidad y capacidad de carga de las carreteras en regiones con limitaciones en infraestructura.

Flores (2021), en su investigación titulada "Mejoramiento de la subrasante agregando estabilizador Z del centro poblado Señor de los Milagros, Miraflores, Arequipa-2021," se propuso mejorar la subrasante del centro poblado Señor de los Milagros en Miraflores, Arequipa, utilizando el estabilizador Z, un producto a base de polímeros, para optimizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. La investigación, de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, utilizó un diseño cuasi-experimental para evaluar los efectos del estabilizador Z en la subrasante, centrándose en las calles 1, 2 y 3 del poblado. Se aplicaron tres dosificaciones del estabilizador Z (3%, 6%, y 9%), y se realizaron ensayos de laboratorio como análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR.

Los resultados mostraron que el estabilizador Z mejoró significativamente las propiedades físicas y mecánicas del suelo, con un incremento notable en la densidad seca máxima y la capacidad de soporte, especialmente en la dosificación del 9%. Estas mejoras son fundamentales para aumentar la durabilidad y resistencia del pavimento, reduciendo la erosión y los baches causados por el tráfico vehicular. En conclusión, el uso del estabilizador Z se demostró eficaz para mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo en la subrasante del centro poblado Señor de los Milagros, ofreciendo una solución viable y económica para la estabilización de suelos en áreas con tráfico vehicular.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Efectos en la subrasante del camino vecinal.**

Según el MTC(2014), son modificaciones, cambios o transformaciones que se producen en la capa de suelo ubicada por debajo de la capa de rodadura del camino vecinal Nepeña-Grama como resultado de la introducción y utilización de polímeros u otras técnicas de mejora geotécnica. Estos efectos pueden incluir alteraciones en la capacidad portante del suelo, mejoras en la resistencia a la compresión y deformación, aumento de la estabilidad del terreno, reducción del riesgo de asentamientos, incremento en la durabilidad del camino y cualquier otro impacto observable en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Según Bautista (2023). La adición de resina de pino a un suelo blando de la subrasante incrementa la densidad máxima seca y reduce la humedad óptima, mejorando significativamente la capacidad de soporte medida por el CBR. La adición del 4% de resina natural de pino resultó en un CBR del 7.90%, una densidad seca máxima de 1.775 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad del 14.25%

### **2.2.1.1. Propiedades físicas**

**2.2.1.1.1. Granulometría.** Según Arellan y Oscoco (2023), la granulometría es el análisis que determina la distribución del tamaño de las partículas en un suelo. Este análisis se realiza mediante el tamizado y la sedimentación, clasificando el suelo en función de los tamaños de sus partículas. El análisis granulométrico se utiliza para determinar la proporción de las diferentes fracciones que componen un suelo, clasificadas por tamaño. Este proceso es fundamental para prever el comportamiento del suelo en aplicaciones de ingeniería (MTC, 2014). La granulometría del suelo se determina mediante ensayos de tamices y análisis de los límites líquido y plástico. Estos ensayos ayudan a clasificar el suelo y a determinar su comportamiento bajo diferentes condiciones, permitiendo una caracterización precisa del suelo de subrasante (Yangali, 2022). La granulometría del suelo es una técnica esencial en la ingeniería civil utilizada para determinar la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de suelo. Este análisis es crucial para clasificar los suelos y predecir su comportamiento bajo diversas condiciones de carga y ambientales. El análisis granulométrico se lleva a cabo mediante el método de tamizado, donde una muestra de suelo seca se pasa a través de una serie de tamices con aberturas de tamaño decreciente. El material retenido en cada tamiz se pesa, y se calcula el porcentaje en peso de cada fracción de tamaño, lo que permite elaborar una curva granulométrica (MTC, 2016)

**2.2.1.1.2. Humedad.** Según Arellan y Oscco (2023), la humedad del suelo es la cantidad de agua presente en el suelo, expresada como porcentaje del peso seco del suelo. Este valor influye en la cohesión y capacidad de carga del suelo. La humedad del suelo se refiere al contenido de agua presente en el suelo en un momento dado. Es una propiedad crucial que afecta el crecimiento de las plantas, la actividad microbiana y los procesos químicos y físicos del suelo. La humedad del suelo se mide comúnmente en términos de porcentaje de peso o volumen y puede variar considerablemente dependiendo de factores como la textura del suelo, la estructura, la capacidad de retención de agua, la temperatura y las condiciones climáticas (Villota, 2021). La humedad del suelo es una propiedad crítica que determina la cantidad de agua presente en el suelo, influenciando directamente su comportamiento mecánico y capacidad de soporte. Se mide mediante ensayos estandarizados, como el ensayo Proctor, que establece la humedad óptima necesaria para alcanzar la máxima densidad seca ( Ramos ,2024). La determinación precisa del contenido de humedad es crucial para la ingeniería civil, ya que influye directamente en la capacidad de carga y en las propiedades de compactación del suelo. Si el contenido de humedad óptimo es mayor que la humedad natural del suelo, es necesario secar el suelo antes de la compactación. Por el contrario, si la humedad natural es mayor, se debe compactar el suelo con el excedente de agua para lograr la densidad deseada (MTC, 2016).

**2.2.1.1.3. Límites de consistencia.** Los límites de consistencia, o límites de Atterberg, son valores que describen los estados de consistencia de un suelo en función de su contenido de humedad. Incluyen el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad (MTC, 2014). Los límites de consistencia, también conocidos como límites de Atterberg, son parámetros que describen el comportamiento de los suelos finos en función de su contenido de humedad. Según Villota (2021), estos límites determinan los cambios en el estado del suelo a medida que varía su contenido de humedad, clasificándolos en cuatro estados de consistencia: sólido, semisólido, plástico y líquido. Según Bautista (2023), el límite líquido es el contenido de humedad al cual el suelo cambia de un estado líquido a plástico, mientras que el límite plástico es la humedad mínima en la que el suelo puede formar cilindros de 3.2 mm de diámetro sin desmoronarse. Los límites de consistencia del suelo, como el límite líquido y el límite plástico, junto con el índice de plasticidad, son fundamentales para evaluar la calidad y el comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de humedad. Estos parámetros ayudan a clasificar los suelos según su capacidad para mantener la cohesión y la resistencia, lo que es esencial para el diseño de cimentaciones, pavimentos y otras estructuras (MTC, 2016).

### 2.2.1.2. Propiedades mecánicas

**2.2.1.2.1. Compactación.** Según la MTC (2016), la compactación del suelo es el proceso mediante el cual se aumenta la densidad del suelo mediante la reducción de su volumen de aire, generalmente mediante la aplicación de fuerzas mecánicas. Este proceso es crucial para mejorar las propiedades de soporte del suelo y su estabilidad, reduciendo la porosidad y aumentando la densidad seca del suelo. La compactación se mide y evalúa a través de métodos estandarizados como el ensayo Proctor modificado, que determina la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima que se puede alcanzar en el suelo compactado. La compactación es el proceso de aumentar la densidad de un suelo mediante la reducción de los espacios vacíos entre las partículas sólidas, aplicando una fuerza mecánica (Guerrero, 2023). Óptimo contenido de humedad es la cantidad de agua en el suelo que permite alcanzar la máxima densidad seca durante la compactación. El contenido óptimo de humedad se determina mediante el ensayo Proctor modificado, y varía según la adición de diferentes porcentajes de resina de pino, con un rango observado de 13.65% a 14.65% (Bautista ,2023). La compactación adecuada del suelo es vital para asegurar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre él. La densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo obtenidos del ensayo Proctor Modificado proporcionan parámetros esenciales para el diseño de pavimentos, terraplenes y otras infraestructuras. Además, este ensayo ayuda a determinar si se necesitan aditivos para mejorar la compactación del suelo en condiciones específicas (MTC, 2016).

**2.2.1.2.2. CBR.** Según la MTC (2016), es una medida de la resistencia de un suelo a la penetración bajo condiciones controladas de humedad y compactación. Es un índice utilizado para evaluar la capacidad de soporte del suelo y su adecuación como material de base o subbase en la construcción de pavimentos. El ensayo de CVR implica compactar una muestra de suelo en un molde estandarizado, someterla a una inmersión en agua y luego medir la resistencia del suelo mediante la penetración de un pistón estandarizado. El resultado se expresa como un porcentaje de la resistencia de una base de grava estándar. Es un valor de la resistencia de un suelo a la penetración, utilizada para evaluar su capacidad de soporte de carga. Se determina mediante una prueba estándar de penetración (Guerrero, 2023). Según Bautista (2023), el CBR mide la capacidad de soporte del suelo y se utiliza para clasificar la subrasante en diferentes categorías de calidad, como se muestra con la adición de resina de pino que mejoró el CBR a 10.32%.

### **2.2.2. Polímero**

Según Guerrero (2023), la compactación es el proceso de aumentar la densidad de un suelo mediante la reducción de los espacios vacíos entre las partículas sólidas, aplicando una fuerza mecánica. Estas propiedades físicas permiten que los polímeros mejoren la cohesión y resistencia del suelo sin deteriorarse con el tiempo, haciéndolos adecuados para aplicaciones en ambientes exigentes (Marchán y Yrrazabal, 2023). Un polímero es un compuesto químico formado por macromoléculas de unidades repetitivas llamadas monómeros, utilizado en la estabilización de suelo (Bautista, 2023).

**2.2.2.1. Estabilizador z con polímeros** Según Z aditivos (2024), El Estabilizador Z con Polímeros es un producto líquido blanco basado en polímeros acrílicos diseñado para mejorar la cohesión y la compactación de los suelos. Se utiliza tanto en materiales de afirmado como en suelos naturales, proporcionando una mayor vida útil a las vías no asfaltadas, reduciendo la erosión durante la temporada de lluvias y minimizando la polución en temporadas secas. Además, este estabilizador cumple con la norma MTC 1109 – 2004, siendo efectivo también como supresor de polvo en diversas aplicaciones.

**2.2.2.1.1. Propiedades físicas.** Según Z aditivos (2024), las características físicas del Estabilizador Z con Polímeros incluyen su apariencia líquida y su color blanco azulado. Al ser aplicado, forma una película transparente, flexible y semi elástica. Tiene una densidad de  $1,02 \pm 0,02$ , un pH que varía entre 6 y 7, y un contenido de sólidos del  $51 \pm 1\%$ . La viscosidad del producto medida por el método Brookfield oscila entre 20,000 y 30,000 cps.

**2.2.2.1.2. Dosificación óptima.** Según Z aditivos (2024), la dosificación óptima se refiere a la cantidad exacta de un material o aditivo que se debe incorporar a una mezcla para alcanzar las propiedades deseadas, tales como resistencia, durabilidad y estabilidad. En el contexto de la estabilización de suelos, la dosificación óptima es la cantidad precisa de estabilizador que maximiza la capacidad de soporte del suelo y su rendimiento general bajo condiciones específicas de uso. Esta dosificación se determina mediante ensayos experimentales que evalúan el comportamiento del suelo con diferentes cantidades de aditivo para encontrar la proporción que ofrece los mejores resultados en términos de cohesión, compactación y resistencia a la erosión. Villar y Oblitas (2020) sugieren una dosificación de 2% a 4% de metasilicato de sodio para incrementar la resistencia y cohesión de suelos arenosos, proporcionando una estructura más duradera y resistente a la erosión. Según Bautista (2023), la dosificación óptima de resina de pino para mejorar la capacidad de soporte del suelo es del 4%, logrando una densidad máxima seca de  $1.801 \text{ g/cm}^3$  y un contenido óptimo de humedad del 12.27%, lo cual mejora significativamente las propiedades mecánicas del suelo. Ramos (2020) recomienda una dosificación de 5% de cloruro de calcio y resina de pino para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, incrementando notablemente la capacidad de soporte y estabilidad del suelo.



# **METODOLOGÍA**

### 3.1. Enfoque de la investigación

Según Barroga et al. (2023), la investigación cuantitativa es un proceso sistemático y objetivo que utiliza datos numéricos para describir, explicar y predecir fenómenos. Este enfoque implica la formulación de una hipótesis basada en teorías existentes, la recolección de datos cuantificables a través de herramientas como encuestas y experimentos, y el análisis de estos datos mediante técnicas estadísticas. Su principal objetivo es establecer patrones y probar teorías o hipótesis preexistentes, manteniendo la objetividad y minimizando el sesgo en todas las fases de la investigación. Los resultados obtenidos se generalizan a una población más amplia a partir de una muestra representativa, permitiendo la validación o refutación de teorías científicas.

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo. Este enfoque permitió medir de manera objetiva y numérica los efectos de las diferentes dosificaciones de polímeros en las propiedades del suelo. A través de la recolección de datos cuantificables y el análisis estadístico, se pudo establecer la relación entre la dosificación de polímeros y la capacidad de soporte del suelo, entre otras propiedades físicas y mecánicas.

En primer lugar, la objetividad fue una característica fundamental del enfoque cuantitativo. Los datos se recopilaron y analizaron de manera objetiva, evitando la influencia de sesgos personales. Además, se utilizaron instrumentos y técnicas estandarizadas para la recolección de datos, lo que garantizó la precisión y fiabilidad de las mediciones.

En segundo lugar, se realizó una medición numérica de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Estas propiedades incluyeron la granulometría, los límites de consistencia, el contenido de humedad, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y la capacidad de soporte. Cada una de estas propiedades se cuantificó para proporcionar una evaluación precisa de los efectos de los polímeros.

Además, el análisis estadístico fue una herramienta clave en este enfoque. Los datos recopilados se sometieron a análisis estadístico para determinar la significancia de los resultados y establecer conclusiones basadas en evidencia numérica. En particular, se emplearon pruebas estadísticas como el ANOVA para comparar los efectos de las diferentes dosificaciones de polímeros en las propiedades del suelo.

Asimismo, la generalización de resultados fue posible gracias a este enfoque. Los hallazgos obtenidos se pudieron generalizar a situaciones similares, proporcionando una base para futuras aplicaciones y estudios en otros contextos. Esto permitió que los resultados de la investigación fueran útiles más allá del caso específico estudiado.

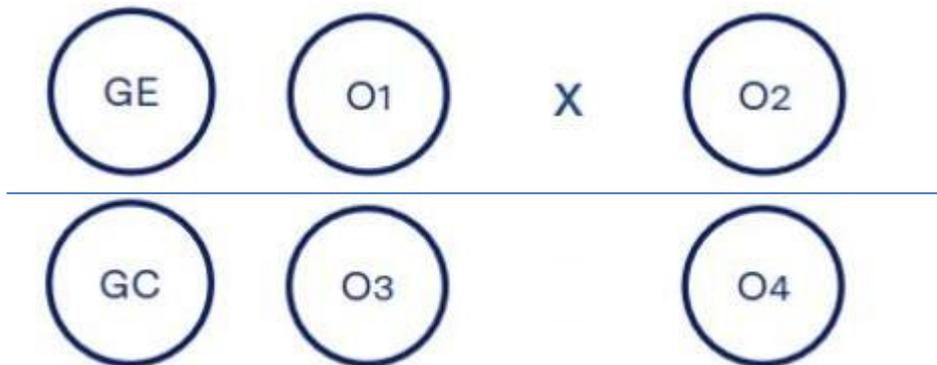
El enfoque cuantitativo se justificó en varios aspectos. En primer lugar, permitió una precisión en la medición de los cambios en las propiedades del suelo causados por la adición de polímeros, lo cual fue crucial para evaluar su efectividad. Además, facilitó la comparación objetiva entre las diferentes dosificaciones de polímeros (0%, 15%, 20%, 25%) y su impacto en la subrasante. Esta comparación objetiva permitió identificar la dosificación óptima de polímero. Por otro lado, a través de métodos cuantitativos, se pudo validar la hipótesis de que la adición de polímeros mejora la capacidad de soporte del suelo. Esto proporcionó una base sólida para las conclusiones de la investigación. Finalmente, los resultados cuantitativos obtenidos pudieron ser utilizados para desarrollar recomendaciones prácticas para el uso de polímeros en la estabilización de suelos en proyectos de infraestructura vial. Esto benefició la planificación y ejecución de futuras obras.

### 3.2. Diseño de investigación

Según Barroga et al. (2023), un diseño cuasi-experimental se define como un tipo de investigación que se asemeja a la experimentación verdadera en el establecimiento de relaciones causa-efecto entre variables. A diferencia de los experimentos verdaderos, los grupos en una investigación cuasi-experimental no son asignados al azar debido a razones éticas o de factibilidad. En este enfoque, se utilizan grupos preexistentes o formados naturalmente que no son asignados aleatoriamente. El investigador identifica los grupos de control que han sido expuestos a la variable de tratamiento y los compara con los grupos no expuestos. Las causas se determinan y describen después del análisis de datos, incluyendo tanto variables conocidas como desconocidas que podrían afectar el resultado.

Esta investigación adoptó un diseño cuasi experimental, lo que permitió la manipulación de la variable independiente, en este caso, las dosificaciones de polímero (0%, 15%, 20%, 25%). A diferencia de un experimento completamente controlado, este diseño no requirió la asignación aleatoria de sujetos o condiciones estrictamente controladas. Sin embargo, permitió comparar los efectos de las distintas dosificaciones en la subrasante del camino vecinal. Se seleccionaron varias calicatas a lo largo del camino vecinal Nepeña-la Grama para extraer muestras de suelo. Cada muestra se trató con una dosificación específica de polímero y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas. Este diseño facilitó la evaluación práctica de los polímeros en condiciones reales de campo, proporcionando resultados relevantes y aplicables a la mejora de infraestructuras viales.

**Figura 1** Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental



**Donde:**

**GE:** grupo experimental

**GC:** grupo control

**X:** estímulo

**O1 y O3:** observaciones de la variable dependiente pre estímulo

**O2 y O4:** observaciones de la variable dependiente post estímulo

### 3.3. Población y muestra

En investigación, una población se refiere al conjunto completo de individuos, objetos o elementos que comparten una o más características comunes y que son de interés para el estudio. Este conjunto incluye a todos los posibles sujetos que pueden ser observados o estudiados (Guerrero, 2023).

La muestra en una investigación es un grupo limitado de unidades seleccionadas de la población de estudio. Esta selección permite realizar un análisis más manejable y obtener conclusiones sobre la población en general (Marchán y Yrrazabal, 2023).

Según Barroga et al. (2023), el muestreo no probabilístico es una técnica de selección de muestras en la que los elementos no tienen una probabilidad conocida de ser elegidos. Se basa en criterios subjetivos o convenientes para el investigador.

En esta investigación, la población de interés fue la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, que tiene una longitud de 3.5 km. Para obtener una muestra representativa del suelo, se realizaron ocho calicatas a lo largo del camino, ubicadas cada 500 metros en lugar de cada kilómetro, siguiendo una adaptación de las recomendaciones del Manual de Carreteras para caminos de Bajo Volumen de Tránsito. Esta decisión se tomó con la intención de obtener una mayor cantidad de muestras y generar resultados más robustos y precisos. De estas ocho calicatas, se seleccionaron tres con las características más desfavorables basadas en el indicador del CBR (California Bearing Ratio), que mide la capacidad de soporte del suelo.

La muestra seleccionada estuvo compuesta por las tres calicatas con los valores de CBR más bajos, lo que representaba las condiciones más críticas del camino. Esta selección permitió enfocar la investigación en las áreas más problemáticas, donde la incorporación del polímero podría tener un impacto significativo.

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico, específicamente un muestreo por conveniencia. Esta elección se justificó por la necesidad de concentrarse en las secciones con menor capacidad de soporte, que son cruciales para evaluar la efectividad del polímero en mejorar la subrasante del camino. Dado el diseño cuasi-experimental de la investigación, era fundamental seleccionar intencionalmente las áreas más desfavorables para realizar un análisis más riguroso y pertinente de la intervención con polímeros. La mayor frecuencia de muestreo, es decir, una calicata cada 500 metros, aseguró que se obtuviera una representación adecuada del terreno y se abordaran de manera efectiva las condiciones más desafiantes del camino.

### **3.4. Operacionalización o Categorización de las variables de estudio**

#### **3.4.1. Variable independiente**

Polímeros

#### **3.4.2. Variable dependiente**

Efectos en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.

### 3.4.3. Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
	<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Qué efectos produce los polímeros en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama ?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Qué propiedades físicas(Granulometría , límites de consistencia , humedad , Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad) y mecánica (Capacidad de soporte) presenta la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama?</p> <p>¿Cuál es la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) que debe ser añadido a la subrasante del camino Nepeña-Grama para mejorar su capacidad de soporte?</p> <p>¿Cuál es la diferencia en la capacidad de soporte entre la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%) ?</p>	<p>Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo, resultando en una subrasante más resistente y adecuada para soportar el tráfico de vehículos. Esta mejora se reflejará en una infraestructura vial más duradera y funcional.</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Usar polímeros para ver los efectos en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Determinar las propiedades físicas(Granulometría , límites de consistencia , humedad , Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad) y propiedad mecánica (Capacidad de soporte) de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.</p> <p>Determinar la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) a incorporar en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama, con el fin de maximizar su capacidad de soporte.</p> <p>Realizar un Análisis comparativo de la capacidad de soporte de la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%).</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Efectos en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.</p> <p><b>DEPENDIENTE</b> Polímeros</p>

### 3.4.4. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Variable dependiente: Efectos en la subrasante.	Según el MTC (2014), los efectos en la subrasante se refieren a las modificaciones en la capa de suelo bajo la rodadura del camino vecinal Nepeña-Grama debido al uso de polímeros u otras técnicas de mejora geotécnica. Estos efectos incluyen cambios en la capacidad portante, resistencia a la compresión y deformación, estabilidad del terreno, reducción de asentamientos y durabilidad del camino. Al aplicar polímeros o técnicas de compactación y estabilización, se espera un impacto significativo en las propiedades mecánicas del suelo, medido a través de la compactación (óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca) y la capacidad portante evaluada mediante el CBR (California Bearing Ratio).	Los efectos se midieron a través de ensayos de laboratorio, siguiendo los procedimientos establecidos en el Manual de Carreteras del MTC, para evaluar cómo las diferentes dosificaciones de polímeros (0%, 15%, 20%, 25%) influyen en las propiedades mecánicas de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.	Propiedades mecánicas	Compactación	Fichas de observación-MTC E 115	Razón
				CBR	Fichas de observación-MTC E 132	Razón
Variable independiente: Polímeros	Según Irrazabal y Marchán (2021), las macromoléculas son compuestos de diverso origen que abarcan derivados del petróleo, elementos de origen vegetal y una amplia gama de materiales sintéticos. En esta última categoría, la mayoría proviene de la silicona, pudiendo también abarcar otros materiales como el metacrilato o el colágeno, entre otros.	Se utilizó polímeros en diferentes dosificaciones (0%, 15%, 20%, 25%) para evaluar su efecto en la mejora del CBR de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, siguiendo las especificaciones de la ficha técnica del proveedor.	Propiedades	Físicas	Ficha técnica del proveedor	Razón
				Mecánicas	Ficha técnica del proveedor	Razón
			Dosificación óptima	0%,15%,20%,25%	Ficha de observación	Razón

### 3.5. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Según Barroga et al. (2023), la observación es una técnica de investigación utilizada para recoger datos mediante la vigilancia sistemática y el registro de comportamientos, eventos o situaciones en su contexto natural. Es una herramienta esencial en la investigación cuantitativa que permite la recolección de datos primarios sin la intervención del investigador, asegurando así la objetividad y precisión de los datos.

Según Barroga et al. (2023), la ficha de observación es un instrumento estructurado utilizado para registrar de manera sistemática y ordenada los datos obtenidos durante el proceso de observación. Esta ficha contiene categorías y subcategorías predefinidas que facilitan la cuantificación y análisis de los datos observados, garantizando que la información recopilada sea relevante y coherente con los objetivos de la investigación.

Se empleó la técnica de observación para llevar a cabo este estudio. Los instrumentos utilizados para recopilar datos fueron fichas de recolección de datos elaboradas conforme a la normativa vigente, específicamente el "Manual de Ensayo de Materiales - RD N° 18 - 2016 - MTC/14". Estas fichas fueron diseñadas de acuerdo con los parámetros y procedimientos establecidos en dicha normativa, garantizando la correcta recolección y registro de información durante el proceso de observación en el terreno.

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Formato para hallar la humedad de un suelo - MTC E 108.
- Formato para realizar el análisis granulométrico de un suelo - MTC E 107.
- Formato para hallar el Límite Líquido (L.L), Límite Plástico (L.P) e Índice de Plasticidad (I.P) de una muestra de suelo - MTC E 110 - MTC E 111.
- Formato de ensayo de compactación del suelo - MTC E 115.
- Formato para determinar el CBR de una muestra de suelo - MTC E 132.

Los datos obtenidos durante el estudio fueron sometidos a validación por parte del ingeniero encargado del laboratorio donde se llevó a cabo la investigación. Esta validación fue respaldada mediante la captura de fotografías durante el proceso y la obtención de certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos. Estos registros visuales y documentales desempeñaron un papel fundamental en garantizar la precisión y confiabilidad de los datos recolectados, así como en proporcionar una evidencia sólida del cumplimiento de los procedimientos normativos y la calidad de los resultados obtenidos.

### **3.6. Técnicas de análisis de resultados**

La investigación utilizó una variedad de técnicas de análisis de resultados para evaluar los efectos de los polímeros en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama. A continuación se describen las principales técnicas empleadas: En primer lugar, durante el análisis descriptivo, se calcularon las medias y desviaciones estándar para cada dosificación de polímero, abarcando la granulometría, humedad, plasticidad, compactación y CBR. Las tablas resumieron los valores medios y las desviaciones estándar para cada propiedad física y mecánica, mientras que los histogramas mostraron la distribución de los datos y los gráficos de barras compararon las medias entre las diferentes dosificaciones de polímero.

Posteriormente, en el análisis de varianza (ANOVA), se realizó un ANOVA unidireccional para determinar si las diferencias en las propiedades físicas y mecánicas del suelo entre las diferentes dosificaciones de polímero eran estadísticamente significativas. En caso de que el ANOVA indicara diferencias significativas, se llevaron a cabo pruebas post hoc, como el test de Tukey HSD, para identificar cuáles grupos específicos mostraban diferencias significativas.

En cuanto a la regresión lineal, se ajustó un modelo de regresión lineal con la dosificación de polímero como variable independiente y el CBR como variable dependiente. Se analizaron los residuos del modelo de regresión para verificar su normalidad y homocedasticidad, asegurando la validez del modelo. Finalmente, el análisis comparativo incluyó la realización de pruebas t para comparar los valores medios del CBR y otras propiedades entre el suelo sin tratamiento (0% polímero) y los suelos tratados con diferentes dosificaciones de polímero. Se utilizaron gráficos de barras y de dispersión para visualizar y comparar las propiedades del suelo antes y después del tratamiento con polímeros.



# **CAPÍTULO IV**

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Análisis e interpretación de resultados

### 4.1.1. Determinación de las propiedades físicas (Granulometría, límites de consistencia, humedad, Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad) y propiedad mecánica (Capacidad de soporte) de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama.

Para la realización de este objetivo se realizaron 8 calicatas en la cual se van detallando a continuación: La Tabla 1 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 01, segmentado en tres estratos diferentes (E1, E2 y E3).

**Tabla 1**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 01*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR-100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm <sup>3</sup> )	OCH %	
C1	E1	3.35	SM	A-1-b	NP	NP	NP	1.956	13.28%	20.50%
	E2	6.318	SC	A-6	30.2	16.72	13.48			
	E3	7.447	SC	A-6	23.4	14.8	8.6			

En primer lugar, el contenido de humedad en los estratos varió entre 3.35% en E1 y 7.447% en E3, afectando la cohesión y comportamiento del suelo bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SM (suelos arcillosos con arena) y E2 y E3 como SC (arcilla arenosa). En el sistema AASHTO, E1 se clasificó como A-1-b (material de buena calidad para subrasante) y E2 y E3 como A-6 (materiales marginales con contenido de arcilla), lo que ayuda a entender la capacidad de soporte y aplicaciones de cada estrato. E1 no mostró características plásticas, mientras que E2 y E3 presentaron límites líquidos, plásticos e índice de plasticidad, sugiriendo un comportamiento plástico moderado, crucial para evaluar la deformabilidad y estabilidad del suelo. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 1.956 gr/cm<sup>3</sup> y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de 13.28%, lo que indica buena capacidad de compactación y comportamiento del suelo bajo carga.

El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para los estratos combinados fue de 20.50%, clasificando el suelo como una subrasante muy buena (S4) según el MTC (2014). Esto implica que el suelo de la calicata 01 posee una excelente capacidad de soporte, adecuada para infraestructura que requiere una base sólida y estable.

La Tabla 2 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 02, segmentado en tres estratos diferentes (E1, E2 y E3).

**Tabla 2**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 02*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR-100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm <sup>3</sup> )	OCH %	
C2	E1	2.145	SM	A-1-b	NP	NP	NP	1.976	13.35%	22.70%
	E2	3.332	SM	A-4	NP	NP	NP			
	E3	2.944	SC	A-6	29.79	15.14	14.65			

El análisis de la Tabla 2 para la calicata 02 se realizó siguiendo los mismos criterios que las calicatas anteriores, presentando las propiedades físicas y mecánicas del suelo en los estratos E1, E2 y E3. El contenido de humedad varió entre los estratos, con E1 siendo el más bajo (2.145%) y E2 el más alto (3.332%), lo que influyó en la cohesión y el comportamiento del suelo bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 y E2 se clasificaron como SM (suelos arcillosos con arena) y E3 como SC (arcilla arenosa). Según el sistema AASHTO, E1 se clasificó como A-1-b y E2 como A-4, indicando materiales de buena calidad para subrasante, mientras que E3 se clasificó como A-6, material marginal con contenido de arcilla. Los límites de consistencia mostraron que E1 y E2 no tenían características plásticas medibles, mientras que E3 presentó un límite líquido de 29.79%, un límite plástico de 15.14% e índice de plasticidad de 14.65, sugiriendo un comportamiento plástico moderado. En términos de compactación, la Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 1.976 gr/cm<sup>3</sup> en E2 y E3, con un Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de 13.35%. Finalmente, el Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para los

estratos combinados fue de 22.70%, clasificando el suelo como una subrasante muy buena (S4) según el MTC (2014). Esto indicó que el suelo de la calicata 02 tenía una capacidad de soporte superior, adecuada para aplicaciones de infraestructura que requieren una base sólida y estable. La Tabla 3 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 03, que incluyó un único estrato (E1).

**Tabla 3**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 03*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	IP	MDS ( gr/cm3)	OCH %	
C3	E1	7.447	SM	A-4	NP	NP	NP	1.759	16.40%	15.20%

El estrato E1 mostró un contenido de humedad de 7.447%, indicando una presencia significativa de agua que afectó su cohesión y comportamiento bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SM (suelos arcillosos con arena) y, según AASHTO, como A-4 (material de buena calidad para subrasante), sugiriendo una capacidad de soporte aceptable para infraestructura. Los límites de consistencia no fueron medibles, indicando la ausencia de características plásticas y sugiriendo estabilidad estructural bajo condiciones de humedad variables. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 1.759 gr/cm<sup>3</sup> con un Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de 16.40%. El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) fue de 15.20%, clasificando el suelo como una subrasante buena (S3) según el MTC (2014), adecuada para aplicaciones de infraestructura no extremadamente exigentes. La Tabla 4 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 04, que incluyó dos estratos (E1 y E2).

**Tabla 4**
*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 04*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm3)	OCH %	
C4	E1	0.745	SW	A-1-b	NP	NP	NP	2.012	7.20%	32.00%
	E2	5.458	SM	A-1-b	NP	NP	NP			

El contenido de humedad varió significativamente entre los estratos de la calicata 04, con E1 mostrando un valor muy bajo (0.745%) y E2 un valor considerablemente más alto (5.458%). Esta variación afectó directamente la cohesión y comportamiento del suelo bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SW (arena bien graduada) y E2 como SM (suelos arcillosos con arena), mientras que según AASHTO, ambos estratos se clasificaron como A-1-b, indicando materiales de buena calidad para subrasante. Los límites de consistencia no fueron medibles para ambos estratos, sugiriendo una ausencia de características plásticas y estabilidad estructural bajo condiciones de humedad variables. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 2.012 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una excelente capacidad de compactación, con un Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de 7.20%. El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para los estratos combinados fue de 32.00%, clasificando el suelo como una subrasante excelente (S5) según el MTC (2014), adecuada para aplicaciones de infraestructura que requieren una base muy sólida y estable. La Tabla 5 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 05, que incluyó un único estrato (E1).

**Tabla 5**
*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 05*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm3)	OCH %	
C5	E1	5.458	SP	A-1-b	NP	NP	NP	1.971	6.80%	23.80%

El contenido de humedad del estrato E1 de la calicata 05 fue de 5.458%, indicando una presencia moderada de agua que afectó su cohesión y comportamiento bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SP (arena mal graduada), y según AASHTO, como A-1-b, indicando un material de buena calidad para subrasante, sugiriendo una buena capacidad de soporte para aplicaciones de infraestructura. Los límites de consistencia (LL, LP, IP) no fueron medibles, lo que indicó la ausencia de características plásticas y una estabilidad estructural favorable bajo condiciones de humedad variables. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 1.971 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una buena capacidad de compactación, y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) fue de 6.80%, coincidiendo con el contenido de humedad del suelo. Estos parámetros fueron esenciales para determinar la compactabilidad y comportamiento del suelo bajo cargas. Finalmente, el Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para E1 fue de 23.80%, clasificando el suelo como una subrasante muy buena (S4) según el MTC (2014), implicando una capacidad de soporte superior adecuada para infraestructura. La Tabla 6 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 06, que incluyó un único estrato (E1).

**Tabla 6**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 06*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm3)	OCH %	
C6	E1	3.685	SP	A-1-b	NP	NP	NP	2.028	6.40%	28.10%

El estrato E1 de la calicata 06 presentó un contenido de humedad de 3.685%, indicando una presencia moderada de agua que influyó en su cohesión y comportamiento bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SP (arena mal graduada), y según AASHTO, como A-1-b, señalando un material de buena calidad para subrasante, con buena capacidad de soporte

para infraestructura. Los límites de consistencia (LL, LP, IP) no fueron medibles, mostrando ausencia de características plásticas y estabilidad estructural favorable bajo humedad variable. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 2.028 gr/cm<sup>3</sup>, indicando excelente capacidad de compactación, y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) fue de 6.40%, coincidiendo con el contenido de humedad. Estos parámetros fueron cruciales para determinar la compactabilidad y comportamiento del suelo bajo cargas. Finalmente, el Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para E1 fue de 28.10%, clasificando el suelo como una subrasante muy buena (S4) según el MTC (2014), sugiriendo una capacidad de soporte superior, adecuada para infraestructura que requiere una base sólida y estable. La Tabla 7 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 07, que incluyó un único estrato (E1).

**Tabla 7**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 07*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH %	
C7	E1	7.517	SP	A-1-b	NP	NP	NP	2.017	6.43%	30.0%

El estrato E1 de la calicata 07 presentó un contenido de humedad de 7.517%, indicando una presencia significativa de agua que influyó en su cohesión y comportamiento bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SP (arena mal graduada) y según AASHTO, como A-1-b, señalando un material de buena calidad para subrasante, con buena capacidad de soporte para infraestructura. Los límites de consistencia (LL, LP, IP) no fueron medibles, mostrando ausencia de características plásticas y estabilidad estructural favorable bajo humedad variable. La Densidad Seca Máxima (MDS) fue de 2.017 gr/cm<sup>3</sup>, indicando excelente capacidad de compactación, y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) fue de 6.43%, coincidiendo con el

contenido de humedad. Estos parámetros fueron cruciales para determinar la compactabilidad y comportamiento del suelo bajo cargas. Finalmente, el Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para E1 fue de 30.0%, clasificando el suelo como una subrasante excelente (S5) según el MTC (2014), sugiriendo una capacidad de soporte superior, adecuada para infraestructura que requiere una base muy sólida y estable. La Tabla 8 presentó un resumen detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo correspondiente a la calicata 08, segmentado en tres estratos diferentes (E1, E2 y E3).

**Tabla 8**

*Propiedades físicas y propiedad mecánica de la calicata 08*

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR-100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	I.P	MDS ( gr/cm <sup>3</sup> )	OCH %	
C8	E1	8.113	SC	A-6	NP	NP	NP	1.76	13.30%	12.40%
	E2	6.311	SM	A-4	NP	NP	NP			
	E3	7.958	SP	A-1-b	NP	NP	NP			

El análisis de la calicata 08 mostró variaciones en el contenido de humedad, siendo más alto en el estrato E1 (8.113%) y ligeramente más bajo en E3 (7.958%) y E2 (6.311%). Estas diferencias influyeron en la cohesión y comportamiento del suelo bajo carga. Según el sistema SUCS, E1 se clasificó como SC (arcilla arenosa), E2 como SM (suelos arcillosos con arena) y E3 como SP (arena mal graduada). En el sistema AASHTO, E1 se clasificó como A-6, E2 como A-4 y E3 como A-1-b, indicando diversas calidades para subrasante. Ninguno de los tres estratos presentó límites de consistencia medibles, sugiriendo una ausencia de características plásticas y una estabilidad estructural favorable bajo condiciones de humedad variables. La Densidad Seca Máxima (MDS) para los tres estratos fue de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>, mostrando una capacidad de compactación moderada, y el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) fue de 13.30%. Finalmente, el Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) para los estratos combinados fue de 12.40%, clasificando el suelo como una subrasante regular (S2) según el

MTC (2014), adecuada para infraestructura que no requiera condiciones extremadamente exigentes.

**4.1.2. Determinar la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) a incorporar en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama, con el fin de maximizar su capacidad de soporte.**

Para el desarrollo de este objetivo, se eligieron las tres calicatas más desfavorables del objetivo anterior para incorporar polímeros en proporciones de 15%, 20% y 25%.

La Tabla 9 se centró en el efecto del polímero (en concentraciones del 15%, 20% y 25%) en la muestra de suelo de la calicata 01. A continuación, se presentaron las observaciones clave sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo al adicionar diferentes porcentajes de polímero.

**Tabla 9**

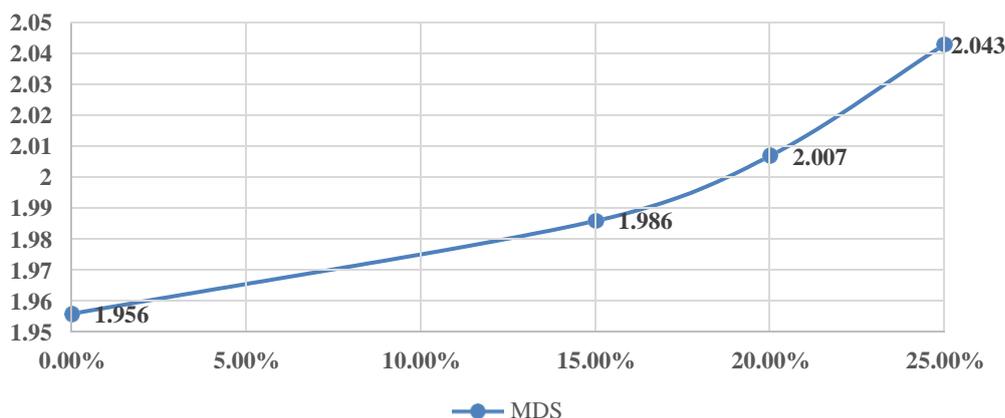
*Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 01.*

Calicata	Polímero	MDS	OCH	CBR-100 MDS (%)	Mejora (%)
C1	0.00%	1.956	13.28%	20.50%	
	15.00%	1.986	12.60%	36.00%	75.61%
	20.00%	2.007	12.10%	41.10%	100.49%
	25.00%	2.043	11.00%	43.90%	114.15%

Se observó que la Densidad Seca Máxima (MDS) del suelo aumentó con la adición del polímero: sin polímero fue de 1.956 gr/cm<sup>3</sup>, con un 15% de polímero aumentó a 1.986 gr/cm<sup>3</sup>, con un 20% a 2.007 gr/cm<sup>3</sup>, y con un 25% a 2.043 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una mejor compactación del suelo. El Óptimo Contenido de Humedad (OCH) disminuyó: inicialmente fue de 13.28%, reduciéndose a 12.60% con un 15% de polímero, a 12.10% con un 20%, y a 11.00% con un 25%, sugiriendo que el suelo necesitaba menos agua para su compactación óptima. El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) también aumentó significativamente: sin polímero fue de 20.50%, con un 15% de polímero aumentó a 36.00%, con un 20% a 41.10%, y con un 25% a 43.90%, indicando una mejora en la capacidad de soporte del suelo. El

porcentaje de mejora del CBR-100, sin polímero, fue del 0%, con un 15% de polímero fue del 75.61%, con un 20% del 100.49%, y con un 25% del 114.15%, demostrando una mejora considerable en las propiedades mecánicas del suelo. La Figura 2 mostró la tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en la Máxima Densidad Seca (MDS) de la calicata 01. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó la MDS del suelo.

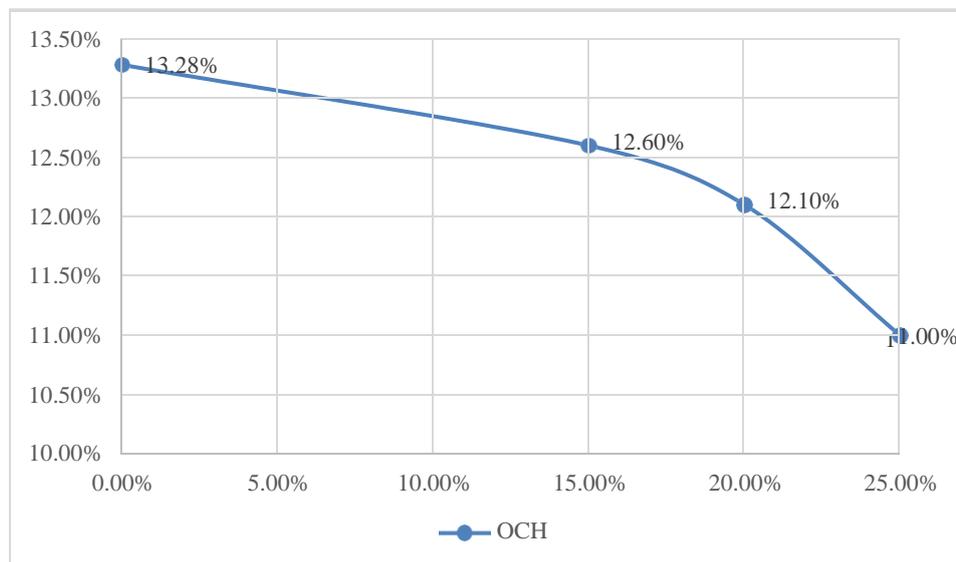
**Figura 2** Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 01



Se observó que, sin polímero, la MDS fue de 1.956 gr/cm<sup>3</sup>. Con un 15% de polímero, la MDS aumentó a 1.986 gr/cm<sup>3</sup>. Al adicionar un 20% de polímero, la MDS subió a 2.007 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, con un 25% de polímero, la MDS alcanzó 2.043 gr/cm<sup>3</sup>. Estos resultados demostraron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo creciente sobre la MDS del suelo, mejorando la compactación y densidad del material a medida que aumentaba la concentración de polímero. Como conclusión, el óptimo porcentaje de polímero fue del 25%, alcanzando una MDS de 2.043 gr/cm<sup>3</sup>.

La Figura 3 mostró la tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de la calicata 01. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó el OCH del suelo.

**Figura 3** Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 01



Se observó que, sin la adición de polímero, el OCH fue de 13.28%. Con un 15% de polímero, el OCH disminuyó a 12.60%. Al adicionar un 20% de polímero, el OCH se redujo a 12.10%. Finalmente, con un 25% de polímero, el OCH alcanzó el valor más bajo de 11.00%. Estos resultados demostraron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo sobre el OCH del suelo, ya que redujo la cantidad de agua necesaria para alcanzar la compactación óptima. Utilizar menos agua es beneficioso porque facilita el proceso de compactación y puede mejorar la estabilidad del suelo en condiciones húmedas. El óptimo porcentaje de polímero que resultó en el menor contenido de humedad fue del 25%, logrando un OCH de 11.00%.

La Tabla 10 se centró en el efecto del polímero (en concentraciones del 15%, 20% y 25%) en la muestra de suelo de la calicata 03.

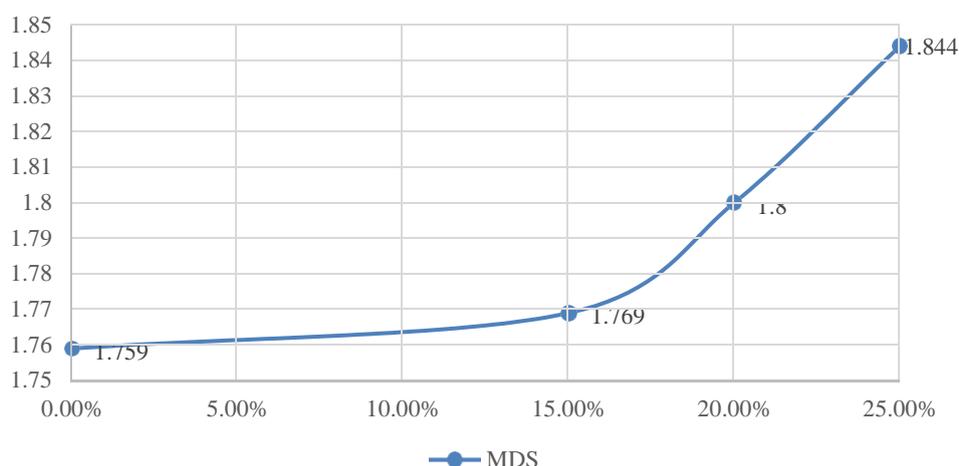
**Tabla 10**

*Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 03.*

Calicata	Polímero	MDS	OCH	CBR-100 MDS (%)	Mejora (%)
C3	0.00%	1.759	16.40%	15.20%	
	15.00%	1.769	15.20%	37.40%	146.05%
	20.00%	1.8	14.30%	40.20%	164.47%
	25.00%	1.844	13.60%	44.00%	189.47%

Inicialmente, la Densidad Seca Máxima (MDS) del suelo aumentó con la adición del polímero. Sin polímero, la MDS fue de 1.759 gr/cm<sup>3</sup>; con 15% de polímero, subió a 1.769 gr/cm<sup>3</sup>; con 20%, alcanzó 1.8 gr/cm<sup>3</sup>; y con 25%, llegó a 1.844 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una mejor compactación. El Óptimo Contenido de Humedad (OCH) disminuyó conforme aumentó el polímero: de 16.40% sin polímero, a 15.20% con 15%, 14.30% con 20%, y 13.60% con 25%, sugiriendo menor necesidad de agua para compactación óptima. El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) también mostró un aumento significativo: de 15.20% sin polímero, a 37.40% con 15%, 40.20% con 20%, y 44.00% con 25%, mejorando considerablemente la capacidad de soporte del suelo. El porcentaje de mejora del CBR-100 fue del 0% sin polímero, 146.05% con 15%, 164.47% con 20%, y 189.47% con 25%, demostrando mejoras significativas en las propiedades mecánicas del suelo. La Figura 4 mostró la tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en la Máxima Densidad Seca (MDS) de la calicata 03. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó la MDS del suelo.

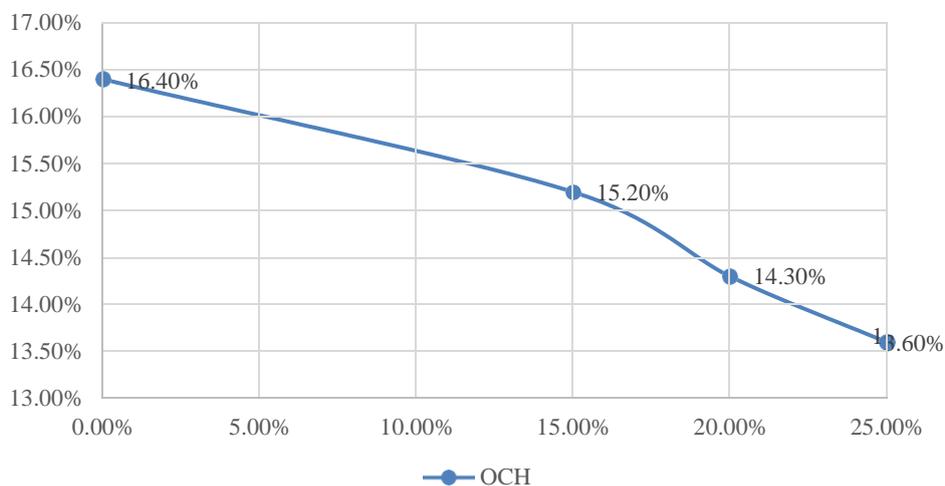
**Figura 4** Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 03



Se observó que, sin la adición de polímero, la MDS fue de 1.759 gr/cm<sup>3</sup>. Con un 15% de

polímero, la MDS aumentó a 1.769 gr/cm<sup>3</sup>. Al adicionar un 20% de polímero, la MDS se incrementó a 1.8 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, con un 25% de polímero, la MDS alcanzó el valor más alto de 1.844 gr/cm<sup>3</sup>. Estos resultados demostraron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo y creciente sobre la MDS del suelo, mejorando la compactación y densidad del material a medida que aumentaba la concentración de polímero. El óptimo porcentaje de polímero que resultó en la máxima densidad seca fue del 25%, alcanzando una MDS de 1.844 gr/cm<sup>3</sup>. La Figura 5 mostró la tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de la calicata 03. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó el OCH del suelo.

**Figura 5** Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 03



Se observó que, sin la adición de polímero, el OCH fue de 16.40%. Con un 15% de polímero, el OCH disminuyó a 15.20%. Al adicionar un 20% de polímero, el OCH se redujo a 14.30%. Finalmente, con un 25% de polímero, el OCH alcanzó el valor más bajo de 13.60%. Estos resultados demostraron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo sobre el OCH del suelo, ya que redujo la cantidad de agua necesaria para alcanzar la compactación óptima. Utilizar menos agua es beneficioso porque facilita el proceso de compactación y puede mejorar la estabilidad del suelo en condiciones húmedas. El óptimo porcentaje de polímero que resultó

en el menor contenido de humedad fue del 25%, logrando un OCH de 13.60%.

La Tabla 11 se centró en el efecto del polímero (en concentraciones del 15%, 20% y 25%) en la muestra de suelo de la calicata 08.

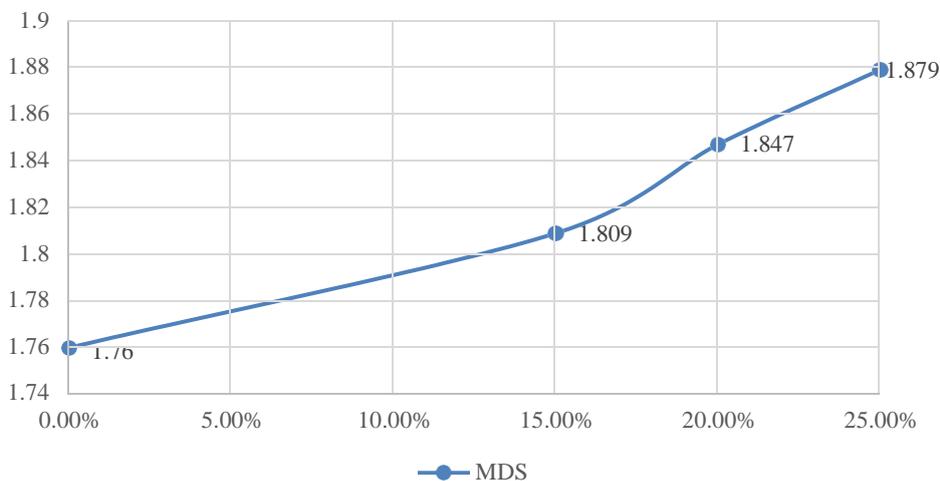
**Tabla 11**

*Efecto del polímero (15%,20%,25%) en la muestra de suelo de la calicata 08.*

Calicata	Polímero	MDS	OCH	CBR-100 MDS (%)	Mejora (%)
C8	0.00%	1.76	13.30%	12.40%	
	15.00%	1.809	12.80%	31.80%	156.45%
	20.00%	1.847	12.20%	35.00%	182.26%
	25.00%	1.879	11.50%	37.60%	203.23%

En primer lugar, la Densidad Seca Máxima (MDS) del suelo aumentó con la adición de polímero. Sin polímero, la MDS fue de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>. Con un 15% de polímero, la MDS se elevó a 1.809 gr/cm<sup>3</sup>; con un 20%, ascendió a 1.847 gr/cm<sup>3</sup>; y con un 25%, alcanzó 1.879 gr/cm<sup>3</sup>, indicando una mejor compactación del suelo. Asimismo, el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) disminuyó con el aumento de polímero: inicialmente 13.30%, reduciéndose a 12.80% con un 15%, 12.20% con un 20%, y 11.50% con un 25%, sugiriendo menor necesidad de agua para compactación óptima. El Valor Relativo de Soporte de California (CBR-100) también aumentó significativamente: sin polímero, el CBR-100 fue de 12.40%; con un 15%, subió a 31.80%; con un 20%, alcanzó 35.00%; y con un 25%, se incrementó a 37.60%, mejorando la capacidad de soporte del suelo. El porcentaje de mejora en función del CBR-100 mostró incrementos notables: sin polímero, 0%; con un 15% de polímero, 156.45%; con un 20%, 182.26%; y con un 25%, 203.23%. Estos resultados demuestran que la adición de polímero mejoró significativamente las propiedades mecánicas del suelo. La Figura 6 mostró la tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en la Máxima Densidad Seca (MDS) de la calicata 08. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó la MDS del suelo.

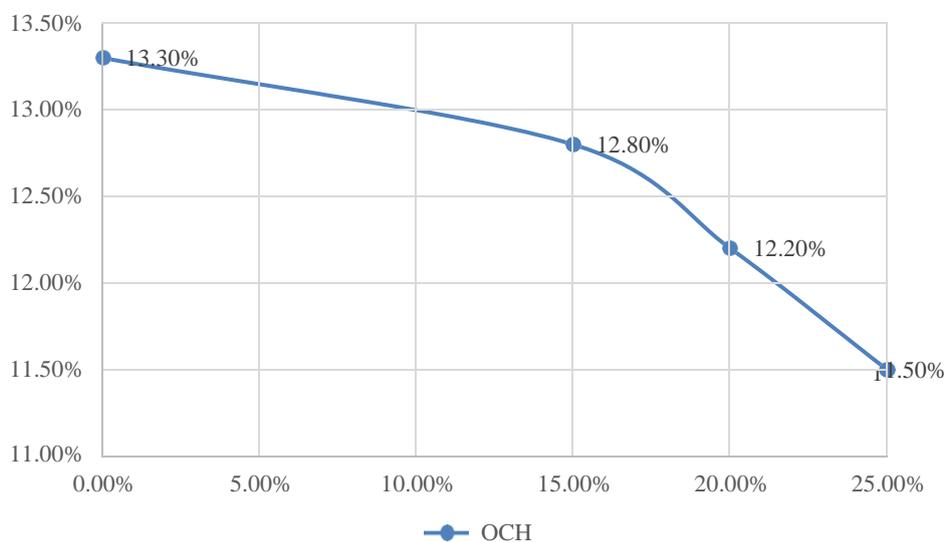
**Figura 6** Tendencia del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en la Máxima densidad seca de la Calicata 08



Se observó que, sin la adición de polímero, la MDS fue de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>. Con un 15% de polímero, la MDS aumentó a 1.809 gr/cm<sup>3</sup>. Al adicionar un 20% de polímero, la MDS se incrementó a 1.847 gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente, con un 25% de polímero, la MDS alcanzó el valor más alto de 1.879 gr/cm<sup>3</sup>. Estos resultados demostraron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo y creciente sobre la MDS del suelo, mejorando la compactación y densidad del material a medida que aumentaba la concentración de polímero. El óptimo porcentaje de polímero que resultó en la máxima densidad seca fue del 25%, alcanzando una MDS de 1.879 gr/cm<sup>3</sup>.

La Figura 7 presentó cómo el uso de polímeros (15%, 20%, 25%) influenció el Óptimo Contenido de Humedad (OCH) en la calicata 08. El gráfico mostró cómo diferentes concentraciones de polímero afectaron el OCH del suelo.

**Figura 7** Tendencia del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el óptimo contenido de humedad de la Calicata 08

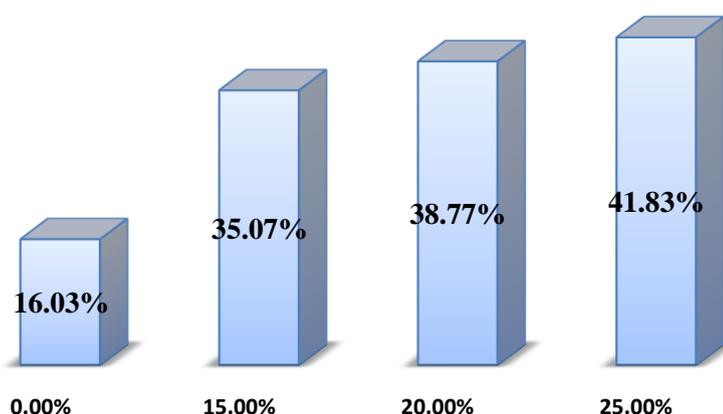


Inicialmente, sin polímero, el OCH era de 13.30%. Al agregar un 15% de polímero, el OCH se redujo a 12.80%. Con un 20% de polímero, el OCH disminuyó a 12.20%, y con un 25% de polímero, el OCH bajó hasta 11.50%. Estos resultados indicaron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo en el OCH del suelo, disminuyendo la cantidad de agua necesaria para una compactación óptima. Menor necesidad de agua es beneficioso, ya que facilita la compactación y puede mejorar la estabilidad del suelo en condiciones húmedas. El porcentaje óptimo de polímero que resultó en el menor OCH fue del 25%, alcanzando un OCH de 11.50%.

**4.1.3. Realizar un Análisis comparativo de la capacidad de soporte de la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%).**

La Figura 8 mostró un diagrama de barras que representa el efecto del uso de polímeros (15%, 20%, 25%) en el CBR promedio al 100% de la MDS de las muestras de suelo del camino Nepeña-Grama. El gráfico ilustró cómo la adición de diferentes concentraciones de polímero afectó el CBR del suelo.

**Figura 8** Diagrama de barras del uso de polímeros(15%,20%,25%) en el CBR promedio al 100% - MDS de las muestras de suelo del camino Nepeña-Grama



Se observó que, sin la adición de polímero, el CBR fue de 16.03%. Con un 15% de polímero, el CBR aumentó a 35.07%, lo que representa una mejora del 118.78% respecto a la muestra sin polímero. Al adicionar un 20% de polímero, el CBR se incrementó a 38.77%, mostrando una mejora del 141.85%. Finalmente, con un 25% de polímero, el CBR alcanzó el valor más alto de 41.83%, lo que corresponde a una mejora del 161.00%. Estos resultados indicaron que la adición de polímero tuvo un efecto positivo y creciente sobre el CBR del suelo. A medida que se aumentó la concentración de polímero, se mejoró significativamente la capacidad de soporte del suelo. Esto sugiere que el polímero refuerza la estructura del suelo y aumenta su resistencia.

#### **4.1.4. Prueba de hipótesis**

Hipótesis de la investigación : Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo, resultando en una subrasante más resistente y adecuada para soportar el tráfico de vehículos. Esta mejora se reflejará en una infraestructura vial más duradera y funcional.

En el presente estudio, se llevó a cabo una prueba estadística para evaluar el óptimo CBR con polímeros en 15% , 20 % y 25 %.

Se plantearon dos hipótesis:

Hipótesis nula (H0): Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces no se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo.

Hipótesis alterna (H1): Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo.

Para comprobar esos supuestos , se realizó un análisis de varianza (ANOVA) cuyos resultados se detallan en la Tabla 12. En este análisis, se trabajó con un total de 16 muestras, divididas en 3 muestras patrón sin adición (0%) y 9 muestras con las tres diferentes adiciones mencionadas.

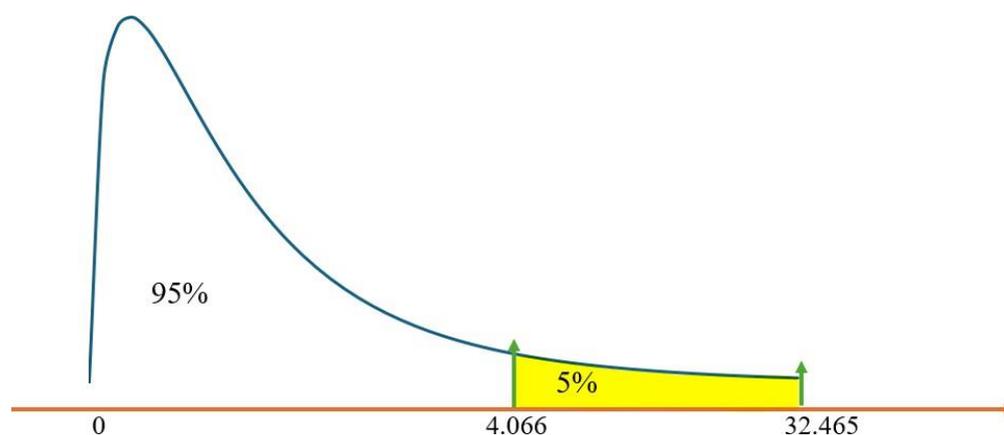
**Tabla 12**

*ANOVA de los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20,25%)*

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1210,196	3	403,399	32,465	,000
Intra-grupos	99,407	8	12,426		
Total	1309,603	11			

El valor de significación (0.000) fue menor que el nivel de significación comúnmente utilizado (0.05), lo que indicó que había diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos. Esto sugirió que la variación observada en los valores del CBR entre los diferentes niveles de polímero no fue debida al azar, y que el polímero tuvo un efecto real en la capacidad de soporte del suelo. Además, en la figura 09, se evidenció que el valor estadístico F (32.465) fue mayor al valor crítico de F (4.066), lo que llevó a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando así que el polímero mejoró significativamente la capacidad de soporte del suelo.

**Figura 9** *Distribución F para los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20,25%)*



La tabla número 13 expuso los resultados de un análisis estadístico post-hoc utilizando el método Tukey Honest Significant Difference (HSD) para evaluar cómo variaban los valores del Índice de Capacidad de Soporte California (CBR) con la aplicación de diferentes porcentajes de un estabilizante polimérico en la subrasante de un camino. Se analizaron porcentajes de 0%, 15%, 20% y 25% de estabilizante, aplicados en tres muestras para cada categoría.

**Tabla 13**

*TUKEY de los valores de la capacidad de soporte (CBR) con polímeros (15%,20,25%)*

<b>Porcentaje_CBR</b>			
HSD de Tukey <sup>a</sup>			
Estabilizante_polimerico	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0.0%	3	16,0333	
15%	3		35,0667
20%	3		38,7667
25%	3		41,8333
Sig.		1,000	,165

Inicialmente se observó que el CBR aumentaba consistentemente con el incremento en la proporción del estabilizante aplicado. El grupo control, que no contaba con estabilizante, registró un CBR de 16.0333%. Con la incorporación del 15% de estabilizante, el CBR experimentó un notable aumento hasta el 35.0667%. Este ascenso continuó de manera progresiva, registrando un 38.7667% con un 20% de estabilizante, y alcanzando un máximo de 41.8333% con un 25% de estabilizante. Este patrón demostró claramente la eficacia del aditivo para mejorar la capacidad de soporte del suelo.

El análisis de Tukey HSD reveló más detalles sobre las diferencias estadísticas entre los diferentes grupos. Los valores promedio de CBR se dividieron en dos subconjuntos significativos al nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). El primer subconjunto solo incluyó al grupo de control, indicando una diferencia significativa entre el suelo sin tratamiento y aquellos tratados con estabilizante. El segundo subconjunto agrupó los porcentajes de 15%, 20% y 25%, mostrando que no existían diferencias estadísticamente significativas entre estos niveles de adición del estabilizante en términos de mejora en el CBR. Esto sugería que ya con un 15% de estabilizante se conseguía una mejora sustancial, y que incrementos adicionales en la concentración del aditivo no traducían en mejoras significativas del CBR. Finalmente, la significancia general entre los subconjuntos fue de 0.165, confirmando que los incrementos en el porcentaje del estabilizante más allá del 15% no producían diferencias estadísticamente significativas.

## 4.2. Discusión

La investigación realizada por Flores (2021) exploró cómo el estabilizante Z con polímeros podría influir en la mejora de la capacidad de soporte de los suelos, aplicando distintos porcentajes del aditivo por volumen: 3%, 6% y 9%. Los resultados obtenidos indicaron un incremento significativo en el Índice de Capacidad de Soporte California (CBR) con cada aumento en la proporción del aditivo. El suelo natural, sin aditivo, mostró un CBR de 23.1% a 0.1 pulgadas de penetración, que aumentó a 28.03% con un 3% de aditivo, 36.4% con un 6%, y alcanzó un pico de 39.3% con un 9% de aditivo. En esta investigación, se aplicó el mismo estabilizante Z con polímeros, pero utilizando el peso de la muestra como base para los porcentajes de aditivo, que fueron del 15%, 20% y 25%. Estos porcentajes, no explorados en el estudio de Flores, también mostraron una eficacia considerable al ofrecer mejoras en el CBR: sin aditivo, el suelo presentó un CBR de 16.03%, que se incrementó a 35.07% con un 15% de aditivo, 38.77% con un 20%, y llegó a 41.83% con un 25% de aditivo. Comparando estos resultados, se constató que tanto la metodología por volumen usada por Flores como la metodología por peso en esta investigación resultaron en mejoras significativas en la capacidad de soporte del suelo. Aunque Flores alcanzó un máximo de 39.3% de CBR con un 9% de aditivo por volumen, esta investigación logró un CBR aún mayor de 41.83% con un 25% de aditivo por peso, mostrando una mejora más pronunciada con mayores porcentajes de aditivo. En cuanto a los hallazgos presentados por Flores(2021), estos son consistentes y corroboran la efectividad del estabilizante Z con polímeros para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. Por tanto, se está de acuerdo con los hallazgos que exhibió Flores en su investigación, dado que reflejan un efecto positivo del aditivo en la capacidad de soporte del suelo, validado por los resultados adicionales obtenidos en esta investigación.

El estudio realizado por Guerrero (2022) , empleó el polímero Sika Dust Seal-340, aplicándolo en porcentajes específicos del 2%, 8%, 14%, y 20% en relación con el peso de

las muestras. Este método mostró un incremento progresivo en el CBR a 0.1 pulgadas de penetración con cada aumento en el porcentaje de polímero. A un 2% de aditivo, el CBR se registró en 6.2%; con un 8% aumentó ligeramente a 6.4%, experimentó un salto considerable a 9.4% con un 14%, y alcanzó el valor más alto de 10.8% con un 20% de aditivo. Por otro lado, en la investigación actual, se utilizó el estabilizante Z con polímeros, aplicando porcentajes de 15%, 20% y 25% en función del peso de las muestras. Este enfoque produjo mejoras significativas en el CBR del suelo, que se incrementó de un 16.03% sin aditivo a 35.07% con un 15% de aditivo, 38.77% con un 20%, y alcanzó un pico de 41.83% con un 25% de aditivo. Al comparar estos datos, se observaron diferencias notables en la eficacia de los polímeros utilizados en cada estudio. Mientras que el polímero Sika Dust Seal-340 de Guerrero (2022) ofreció un aumento relativamente modesto en el CBR, incluso con altos porcentajes de aditivo, el estabilizante Z en la investigación actual demostró una capacidad mucho más significativa para mejorar el soporte del suelo, alcanzando mejoras mucho más altas en el CBR con porcentajes comparables de aditivo. En cuanto a los hallazgos de Guerrero (2022), se concluyó que, aunque el uso del polímero Sika Dust Seal-340 demostró cierta capacidad para mejorar el CBR del suelo, la magnitud de la mejora fue considerablemente menor en comparación con los efectos del estabilizante Z usado en la investigación actual. Los resultados exhibidos por Guerrero(2022) reflejaron una progresión en la mejora del CBR que se mantuvo dentro de un rango más bajo que el observado con el estabilizante Z. Este contraste podría atribuirse a diferencias en la eficacia inherente de los polímeros empleados, la composición del suelo, o posiblemente a la metodología específica utilizada para preparar y compactar las muestras. Estos hallazgos sugirieron que el estabilizante Z podría ser una opción más robusta para aplicaciones que requieren aumentos significativos en la capacidad de soporte de suelos, especialmente cuando se enfrentan a retos de suelos con baja capacidad de soporte inicial. Por lo tanto, se estuvo de acuerdo en que los

hallazgos de Guerrero(2022) fueron válidos dentro de su contexto específico, pero los resultados de la investigación actual con el estabilizante Z mostraron un potencial más prominente para aplicaciones prácticas en la mejora de suelos. Abanto (2022), empleó una mezcla de estabilizador Z con polímeros en una proporción de 1:3, es decir, una parte de estabilizador por cada tres partes de agua, mezclando estos componentes en función del volumen. Este enfoque produjo incrementos impresionantes en el Índice de Capacidad de Soporte California (CBR), donde los valores del índice pasaron de 58%, 87% y 107% en muestras sin aditivo, a 147%, 224% y 244% respectivamente tras la adición del estabilizador. Este aumento representa un incremento del 89% al 137% en la capacidad de soporte del suelo, destacando la efectividad del método de mezcla y la potencia del aditivo utilizado. Por otro lado, la investigación actual adoptó un enfoque diferente, utilizando el peso de la muestra como base para determinar los porcentajes de aditivo, específicamente 15%, 20% y 25%. Esta metodología también demostró ser eficaz, logrando mejoras significativas en el CBR: el suelo sin aditivo presentó un CBR de 16.03%, que se incrementó a 35.07% con un 15% de aditivo, a 38.77% con un 20%, y alcanzó un máximo de 41.83% con un 25% de aditivo. Estos resultados, aunque no alcanzan los altos porcentajes de mejora observados en el estudio de Abanto (2022), aún reflejan una capacidad considerable de mejora en la resistencia del suelo. La comparación entre ambos estudios revela diferencias notables en términos de metodología y resultados. Mientras que el estudio de Abanto (2022), alcanzó mejoras más resaltantes, probablemente gracias a la proporción de mezcla volumétrica que podría facilitar una distribución más homogénea y efectiva del aditivo en el suelo, la investigación actual ofrece un enfoque pragmático que también resulta en mejoras significativas, aunque en una escala más moderada. Ambas investigaciones validan la efectividad del estabilizador Z con polímeros, pero la selección de la proporción de aditivo ya sea por volumen o peso, debería considerar los objetivos específicos de mejora del suelo y las condiciones de aplicación.



# CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 Conclusiones

Habiendo expuesto el estudio se acepta la hipótesis “Si se usa polímeros (15%,20,25%) en la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, entonces se generará un efecto positivo en la capacidad de soporte del suelo, resultando en una subrasante más resistente y adecuada para soportar el tráfico de vehículos. Esta mejora se reflejará en una infraestructura vial más duradera y funcional”

- Al determinar las propiedades físicas(Granulometría , límites de consistencia , humedad , Máxima densidad seca y optimo contenido de humedad) y propiedad mecánica (Capacidad de soporte) de la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama, se concluye que la subrasante del camino vecinal Nepeña-Grama presenta una variabilidad en sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo de sus 3.5 km de longitud.

Calicata	Estrato	Humedad %	Clasificación de suelo		Límites de consistencia			Compactación		CBR- 100 MDS (%)
			SUCS	AASHTO	L.L	L.P	IP	MDS ( gr/cm3)	OCH %	
C1	E1	3.35	SM	A-1-b	NP	NP	NP	1.956	13.28%	20.50%
	E2	6.318	SC	A-6	30.2	16.72	13.48			
	E3	7.447	SC	A-6	23.4	14.8	8.6			
C2	E1	2.145	SM	A-1-b	NP	NP	NP	1.976	13.35%	22.70%
	E2	3.332	SM	A-4	NP	NP	NP			
	E3	2.944	SC	A-6	29.79	15.14	14.65			
C3	E1	7.447	SM	A-4	NP	NP	NP	1.759	16.40%	15.20%
C4	E1	0.745	SW	A-1-b	NP	NP	NP	2.012	7.20%	32.00%
	E2	5.458	SM	A-1-b	NP	NP	NP			
C5	E1	5.458	SP	A-1-b	NP	NP	NP	1.971	6.80%	23.80%
C6	E1	3.685	SP	A-1-b	NP	NP	NP	2.028	6.40%	28.10%
C7	E1	7.517	SP	A-1-b	NP	NP	NP	2.017	6.43%	30.00%
C8	E1	8.113	SC	A-6	NP	NP	NP	1.76	13.30%	12.40%
	E2	6.311	SM	A-4	NP	NP	NP			
	E3	7.958	SP	A-1-b	NP	NP	NP			

Los resultados indican una variabilidad significativa en la capacidad de soporte a lo largo del camino vecinal Nepeña-Grama, especialmente en las calicatas 1, 3 y 8, que presentaron los valores más bajos de CBR. Estos puntos críticos requieren atención prioritaria para la aplicación de polímeros, ya que su mejora puede tener un impacto significativo en la durabilidad y transitabilidad del camino. La intervención en estas áreas críticas garantizará una mejora sustancial en la estabilidad del terreno y reducirá los riesgos de asentamientos, optimizando así las propiedades mecánicas de la subrasante.

- Al determinar la dosificación óptima de polímero (15%,20%,25%) a incorporar en la subrasante del camino vecinal Nepeña-la Grama, con el fin de maximizar su capacidad de soporte, se concluye lo siguiente:

Calicata	Polímero	MDS	OCH	CBR-100 MDS (%)	Mejora (%)
C1	0.00%	1.956	13.28%	20.50%	
	15.00%	1.986	12.60%	36.00%	75.61%
	20.00%	2.007	12.10%	41.10%	100.49%
	25.00%	2.043	11.00%	43.90%	114.15%
C3	0.00%	1.759	16.40%	15.20%	
	15.00%	1.769	15.20%	37.40%	146.05%
	20.00%	1.8	14.30%	40.20%	164.47%
	25.00%	1.844	13.60%	44.00%	189.47%
C8	0.00%	1.76	13.30%	12.40%	
	15.00%	1.809	12.80%	31.80%	156.45%
	20.00%	1.847	12.20%	35.00%	182.26%
	25.00%	1.879	11.50%	37.60%	203.23%

Los resultados muestran que el aumento en el porcentaje de polímero se correlaciona con una mejora en el CBR. En las calicatas analizadas (C1, C3 y C8), la dosificación del 25% de polímero proporcionó las mejoras más elevadas en el CBR, indicando que esta es la dosificación más efectiva.

- Al realizar un Análisis comparativo de la capacidad de soporte de la subrasante del camino Nepeña-Grama con la aplicación de polímeros(0%,15%,20%,25%), se concluye lo siguiente:

La capacidad de soporte del suelo mejora proporcionalmente con el aumento de la dosificación de polímeros. Con un 15% de polímero, la capacidad de soporte mejora en un 118.72% en comparación con el 0% de polímero. Con un 20% de polímero, la mejora es del 141.82%, y con un 25% de polímero, se alcanza un incremento del 160.95%.

Estos resultados demuestran que la dosificación del 25% de polímero es la más efectiva para mejorar la capacidad de soporte del suelo.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a futuros investigadores en el campo de la ingeniería civil, tomando como referencia esta investigación, que al evaluar un tramo de camino vecinal incrementen la cantidad y diversidad de muestras recogidas a lo largo del mismo. Este enfoque permitirá identificar con mayor precisión las secciones más vulnerables de la vía.
- Se recomienda a los profesionales del ámbito de la ingeniería civil y construcción considerar el uso del aditivo estabilizante Z con polímeros para mejorar las propiedades estructurales de las subrasantes. Basado en los resultados obtenidos, que muestran una correlación directa entre el aumento del porcentaje de polímero y la mejora en la capacidad de soporte del suelo (CBR), se sugiere usar una dosificación del 25% de polímero como punto de partida.
- Se aconseja a los investigadores emergentes de la disciplina de ingeniería civil continuar con la búsqueda de aditivos disponibles en el mercado y realizar comparaciones exhaustivas con los resultados de esta investigación. Basado en los hallazgos que muestran una mejora significativa en la capacidad de soporte del suelo con el aumento de la dosificación de polímeros.



# CAPÍTULO VI

# REFERENCIAS

# BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Cieza, W. (2022). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para carreteras de bajo flujo vehicular con el uso de estabilizador Z con polímeros, Cajamarca* (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil).
- Arapa, B. (2023). *Estabilización de la subrasante de la circunvalación nueva utilizando piedra chancada de ¾" en la ciudad de Juliaca* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Arellán Farfán, J. L., y Oscco Garriazo, Z. D. (2021). *Diseño estructural de pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para la subrasante, Huarochirí 2021* (Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil).
- ASTM D1557-12e1. (2012). *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520 / D1557-12E01>
- ASTM D1883-16. (2016). *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D1883-16>
- ASTM D2487-17e1. (2017). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2487-17E01>
- ASTM D3282-15. (2015). *Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520 / D3282-15>

- Barroga, E., Matanguihan, G. J., Furuta, A., Arima, M., Tsuchiya, S., Kawahara, C., Takamiya, Y., & Izumi, M. (2023). Conducting and writing quantitative and qualitative research. *Journal of Korean Medical Science*, 38(37), e291. <https://doi.org/10.3346/jkms.2023.38.e291>
- Bautista Rafaele, L. G. (2023). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con resina de pino de la subrasante de carretera Pumamarca del distrito de San Sebastián, Cusco* (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil)
- Cahyadi, H., & Puspasari, N. (2020). The Use of Salt as Clay Soil Stabilization Agent in Central Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(012097), 10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/469/1/012097>
- Cambios globales. (2019, Junio 17). Recuperado de <http://cambios.com/cambios-globales>
- Cardoso, A. y Rojas, E. (2023). *Mejorar la capacidad de soporte de la subrasante de una vía de segundo orden en el municipio de Suárez, Tolima, a través de la utilización de material reciclado PET (polietileno tereftalato)* (Tesis de Pregrado). Universidad piloto de Colombia, Colombia
- Celi, K. y Portilla, F. (2021). *Estabilización de suelos granulares de subrasante con fines de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)* (Tesis de Pregrado). Universidad técnica de Ambato, Ecuador
- Celis, A., Mendoza, J., Piusseaut, E. (2023). Mejoramiento de subrasante mediante la estabilización con cemento en obras viales del cantón Portoviejo. *Domino de las Ciencias*, 9(Esp). Recuperado a partir de <https://dominodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3184>
- Figuroa, I. y Mamani, C. (2019). *Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales* (Tesis de

Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. doi:  
<http://doi.org/10.19083/tesis/625099>

Flores Velásquez, T. R. (2021). *Mejoramiento de la subrasante agregando estabilizador Z del centro poblado Señor de los Milagros, Miraflores, Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo.

Guerrero Santisteban, K. J. (2022). *Estabilización de suelo cohesivo incorporando aditivo Sika Dust Seal en la trocha carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque* (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil). <https://orcid.org/0000-0002-0511-5523>

Huaman, J. L. (2023). *Mejoramiento de la resistencia de un suelo arcilloso de subrasante mediante biopolímero gellan, San Sebastián, Cusco, 2021* (Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil).

Indiramma, P., & et al. (2019). Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study. *Materials Today: Proceedings*, 22(3), 694-700. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.147>

Kamaruddin, F., & et al. (2020). Improvement of marine clay soil using lime and alkaline activation stabilized with inclusion of treated coir fibre. *Applied Sciences*, 10(6), 16. <https://doi.org/10.3390/app10062129>

Klester, C. (2020). Carreteras en mal estado. Guatemala. *Prensa Libre*. Recuperado de: <https://www.prensalibre.com/tema/carreteras-en-mal-estado/>

Malicki, K., Górszczyk, J., & Dimitrovová, Z. (2021). Recycled polyester geosynthetic

- influence on improvement of road and railway subgrade bearing capacity—  
Laboratory investigations. *Materials*, 14(7264). <https://doi.org/10.3390/ma14237264>
- Manual de Carreteras (2014). *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos*, Lima – Perú.
- Manual de Carreteras (2014). *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos*, Lima – Perú.
- Marchán Díaz, L. E., y Yrrazabal Morales, G. A. (2021). *Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca-Rama Guzmán-Chiclayo* (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil).
- Méndez, J. (2018). *Análisis de un producto mediante el uso de polímeros como estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guatemala San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Aprobado por la Resolución Ministerial N° 660-2008-MTC/02. <https://orcid.org/0000-0002-0511-5523>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual Para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima - Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Dirección de Normatividad Vial. <https://www.mtc.gob.pe>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC. <https://orcid.org/0000->

0002-0511-5523

Nieto Vega, J. S. (2019). *Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito* (Tesis de grado, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de Obras Civiles). Repositorio Digital USM. <https://hdl.handle.net/11673/47413>

Perú Construye (2018, Noviembre 16). Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada?. Recuperado de <https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>

Ramos Huachohuilca, O. (2024). *Uso de geomallas y el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo para subrasante de la carretera departamental JU - 103* (Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil).

Shi, S., Wang, M., Gu, L., Chen, X., & Zhang, Y. (2023). Curing mechanisms of polymeric nano-copolymer subgrade. *Materials*, 16(4316). <https://doi.org/10.3390/ma16124316>

Shi, X., Zha, Q., Li, S., Cai, G., Wu, D., & Zhai, C. (2022). Experimental study on the mechanical properties and microstructure of metakaolin-based geopolymer modified clay. *Molecules*, 27(4805). <https://doi.org/10.3390/molecules27154805>

Terrones, A. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.

Velásquez, C. (2019). *Influencia del cemento Portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina. S.l.* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Villar, E. y Oblitas, J. (2020). *Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida Pradera, Urbanización La Pradera -*

*Pimentel - Chiclayo – Lambayeque* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de los Andes, Perú.

Villota Bravo, O. A. (2021). *Uso de polímeros para la construcción de vías, una alternativa innovadora para la Ingeniería Colombiana* (Ensayo de grado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.

Wang, W., Deng, Z., Niu, Y., Li, Y., Huang, Z., Dong, M., & Su, Q. (2022). Analysis of behaviors of the railway subgrade with a new waterproof seal layer. *Materials*, 15(3), 1180. <https://doi.org/10.3390/ma15031180>

Yrrazabal y Marchán (2021). *Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Yangali Montalván, E. R. (2022). *Sulfato de calcio para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante* (Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil).

Zaditivos. (2024). *Hoja técnica: Estabilizador Z con polímeros*. Cooperativa Las Vertientes. <https://zaditivos.com.pe>



# CAPÍTULO VII

# ANEXOS

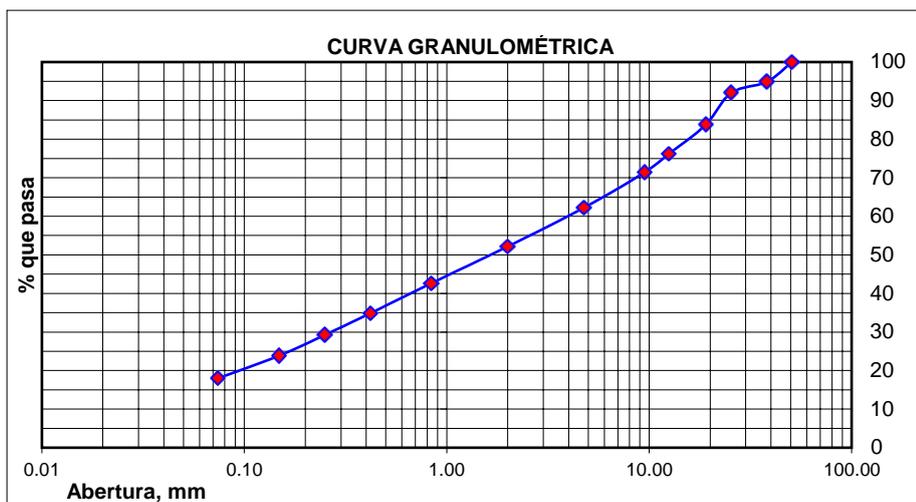
## Anexo 01 – Resultados de los ensayos realizados al camino vecinal Nepeña-la Grama- 2023

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-C-001</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

### CALICATA 01 -E-01

#### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	92.200	94.86
1"	25.400	50.400	92.04
3/4"	19.050	148.700	83.75
1/2"	12.500	135.700	76.18
3/8"	9.500	85.300	71.42
N° 04	4.750	165.40	62.19
N° 10	2.000	179.60	52.17
N° 20	0.840	170.60	42.65
N° 40	0.420	139.30	34.88
N° 60	0.250	101.00	29.24
N° 100	0.149	96.10	23.88
N° 200	0.074	105.70	17.98
< N° 200	-	322.30	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-002</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

## CALICATA 01 -E-01

### 2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PRESENTA		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Procedimiento		Tara No	
1. Peso Tara, [gr]		25.325	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		75.895	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		74.256	
5. Peso Agua, [gr]		1.639	
6. Peso Suelo Seco, [gr]		48.931	
7. Contenido de Humedad, [%]		<b>3.35</b>	

**ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD,  
CON PRESENCIA DE GRAVAS**

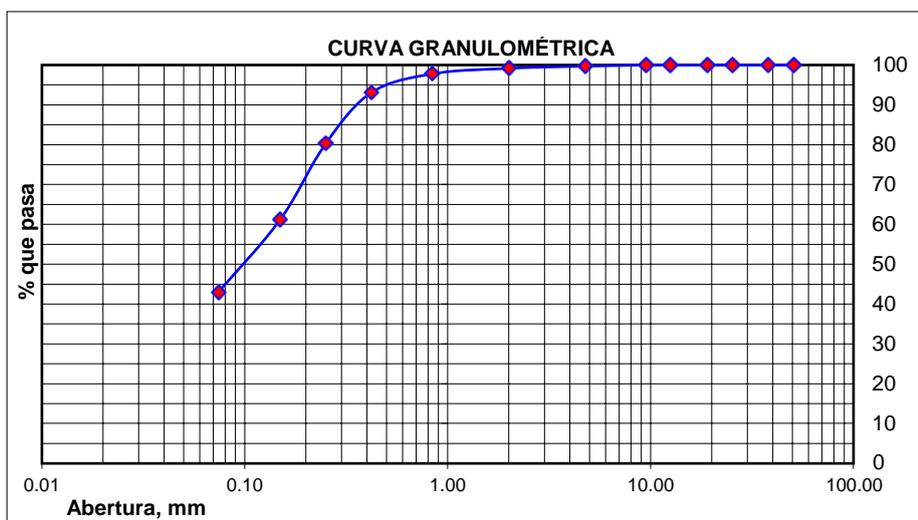
Límite Líquido %	<b>NP</b>
Límite Plástico %	<b>NP</b>
Índice Plasticidad %	<b>NP</b>
Clasif. SUCS	<b>SM</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-1-b</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-C-003</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

## CALICATA 01 -E-02

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	2.50	99.69
N° 10	2.000	4.200	99.17
N° 20	0.840	11.10	97.79
N° 40	0.420	37.80	93.10
N° 60	0.250	103.50	80.25
N° 100	0.149	154.00	61.12
N° 200	0.074	146.20	42.97
< N° 200	-	346.10	-



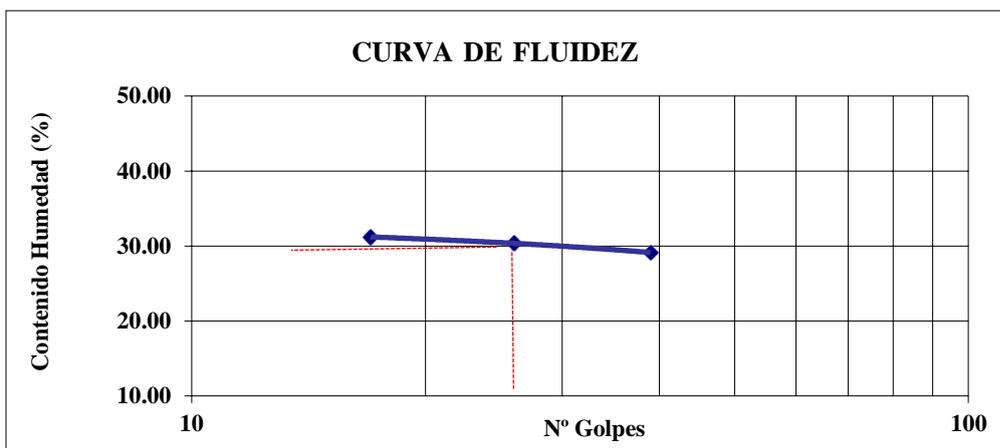
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-004</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

## CALICATA 01 -E-02

### 2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
<b>1. No de Golpes</b>	39	26	17
<b>2. Peso Tara, [gr]</b>	27.501	28.544	28.498
<b>3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]</b>	39.906	41.531	37.555
<b>4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]</b>	37.109		
<b>5. Peso Agua, [gr]</b>	2.797	3.025	2.153
<b>6. Peso Suelo Seco, [gr]</b>	9.608	9.962	6.904
<b>7. Contenido de Humedad, [%]</b>	29.111	30.365	31.185
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
<b>1. No de Golpes</b>			
<b>2. Peso Tara, [gr]</b>	27.303	27.453	28.201
<b>3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]</b>	31.573		
<b>4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]</b>	30.964	30.225	32.675
<b>5. Peso Agua, [gr]</b>	0.609	0.469	0.743
<b>6. Peso Suelo Seco, [gr]</b>	3.661	2.772	4.474
<b>7. Contenido de Humedad, [%]</b>	16.635	16.919	16.607
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Procedimiento	Tara No		
<b>1. Peso Tara, [gr]</b>	33.160		
<b>3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]</b>	136.450		
<b>4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]</b>	130.312		
<b>5. Peso Agua, [gr]</b>	6.138		
<b>6. Peso Suelo Seco, [gr]</b>	97.152		
<b>7. Contenido de Humedad, [%]</b>	6.318		

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-005</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	



**ARENAS ARCILLOSAS**

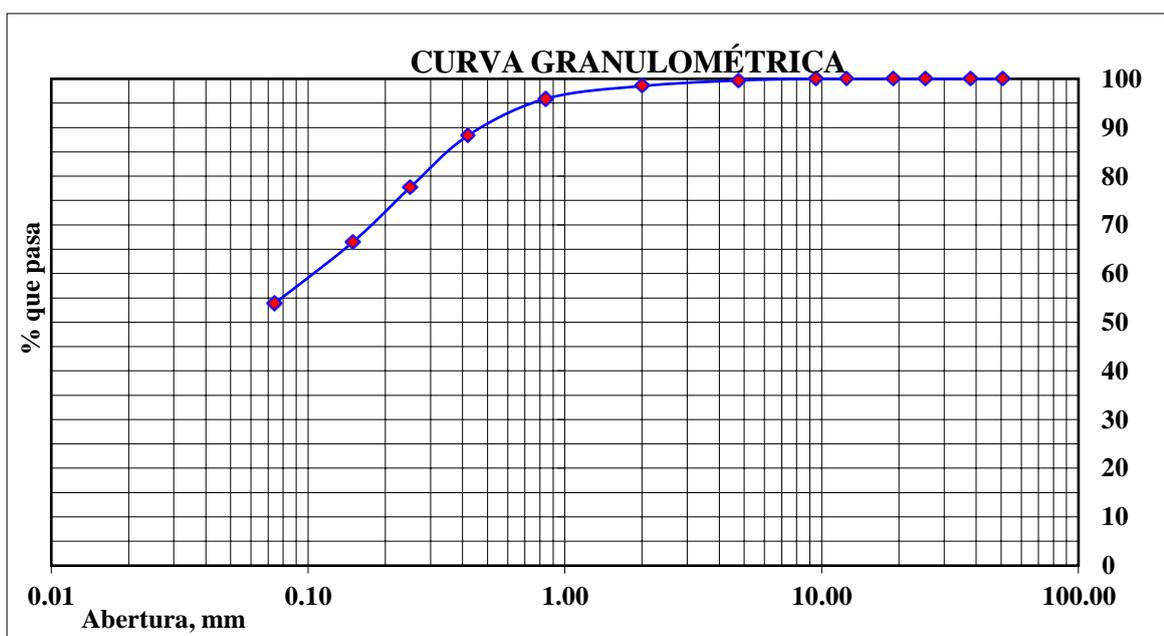
Límite Líquido %	<b>30.20</b>
Límite Plástico %	<b>16.72</b>
Índice Plasticidad %	<b>13.48</b>
Clasif. SUCS	<b>SC</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-6</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-C-006</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

### CALICATA 01 -E-03

#### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	2.60	99.68
N° 10	2.000	9.40	98.53
N° 20	0.840	21.50	95.89
N° 40	0.420	61.20	88.39
N° 60	0.250	87.00	77.72
N° 100	0.149	92.10	66.42
N° 200	0.074	102.50	53.85
< N° 200	-	439.10	-

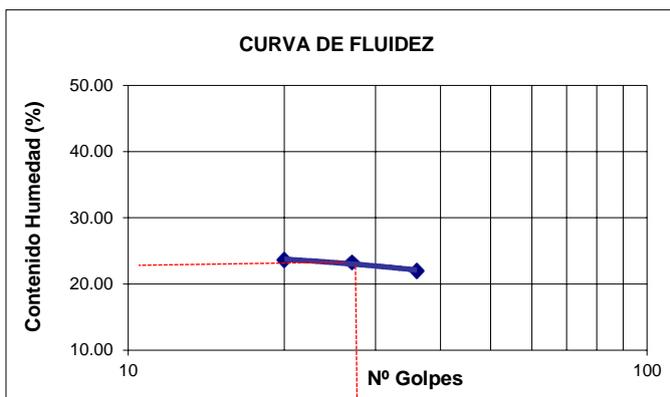


	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-007</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 01 -E-03**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]	27.169	27.042	27.511
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.907	37.638	34.784
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.692		
5. Peso Agua, [gr]	1.215	2.002	1.389
6. Peso Suelo Seco, [gr]	5.523	8.594	5.884
7. Contenido de Humedad, [%]	21.999	23.295	23.606
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	27.303	27.453	28.201
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.451		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31.816	32.174	32.481
5. Peso Agua, [gr]	0.635	0.700	0.664
6. Peso Suelo Seco, [gr]	4.513	4.721	4.280
7. Contenido de Humedad, [%]	14.070	14.827	15.514
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Procedimiento	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	32.360		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	133.360		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	126.360		
5. Peso Agua, [gr]	7.000		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	94.000		
7. Contenido de Humedad, [%]	7.447		

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-008</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	



**ARENAS ARCILLOSAS**

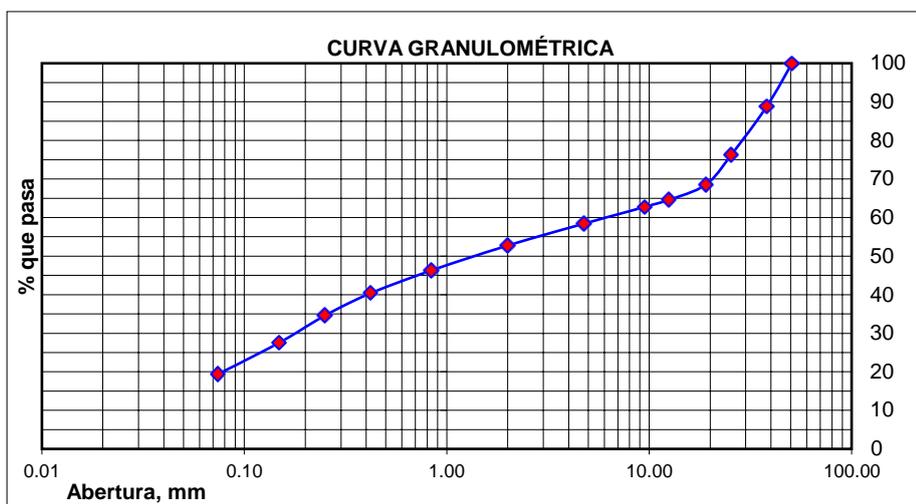
Límite Líquido %	<b>23.40</b>
Límite Plástico %	<b>14.80</b>
Índice Plasticidad %	<b>8.60</b>
Clasif. SUCS	<b>SC</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-6</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-C-009</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

## CALICATA 02 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	205.500	88.82
1"	25.400	231.900	76.20
3/4"	19.050	141.500	68.50
1/2"	12.500	72.100	64.58
3/8"	9.500	33.300	62.77
N° 04	4.750	80.30	58.40
N° 10	2.000	104.00	52.74
N° 20	0.840	118.80	46.28
N° 40	0.420	108.70	40.36
N° 60	0.250	106.20	34.58
N° 100	0.149	129.00	27.56
N° 200	0.074	150.70	19.36
< N° 200	-	355.90	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0010</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 02 -E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PRESENTA		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Procedimiento		Tara No	
1. Peso Tara, [gr]		27.118	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		118.323	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		116.408	
5. Peso Agua, [gr]		1.915	
6. Peso Suelo Seco, [gr]		89.290	
7. Contenido de Humedad, [%]		2.145	

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0011</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD,  
CON PRESENCIA DE GRAVAS**

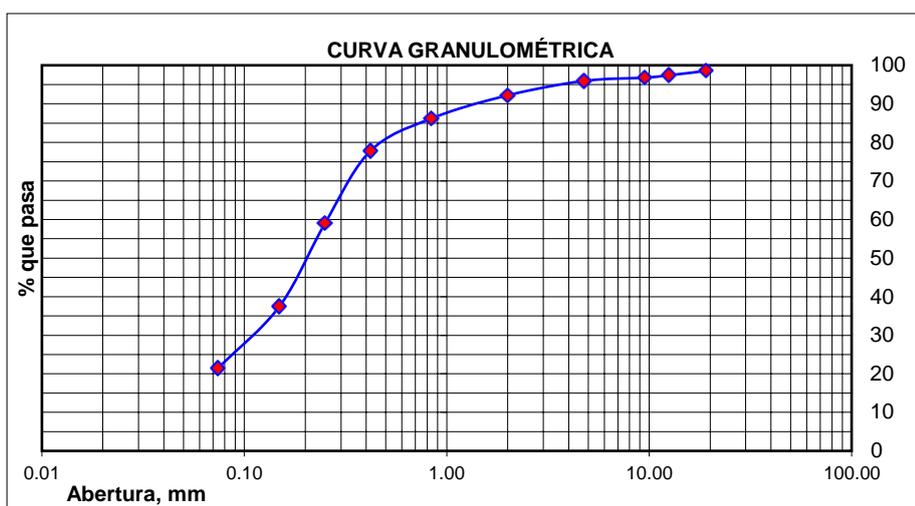
Límite Líquido %	<b>NP</b>
Límite Plástico %	<b>NP</b>
Índice Plasticidad %	<b>NP</b>
Clasif. SUCS	<b>SM</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-1-b</b>

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0012</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 02 -E-02

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	20.100	98.55
1/2"	12.500	15.800	97.41
3/8"	9.500	8.800	96.78
N° 04	4.750	11.70	95.94
N° 10	2.000	51.60	92.22
N° 20	0.840	83.30	86.22
N° 40	0.420	116.60	77.82
N° 60	0.250	261.60	58.98
N° 100	0.149	298.60	37.47
N° 200	0.074	222.30	21.45
< N° 200	-	297.80	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0013</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 02 -E-02**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA		
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
Procedimiento	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	NO PRESENTA		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Procedimiento		Tara No	
1. Peso Tara, [gr]		24.865	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		62.545	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		61.330	
5. Peso Agua, [gr]		1.215	
6. Peso Suelo Seco, [gr]		36.465	
7. Contenido de Humedad, [%]		3.332	

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0014</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS LIMOSAS , CON PRESENCIA DE GRAVA**

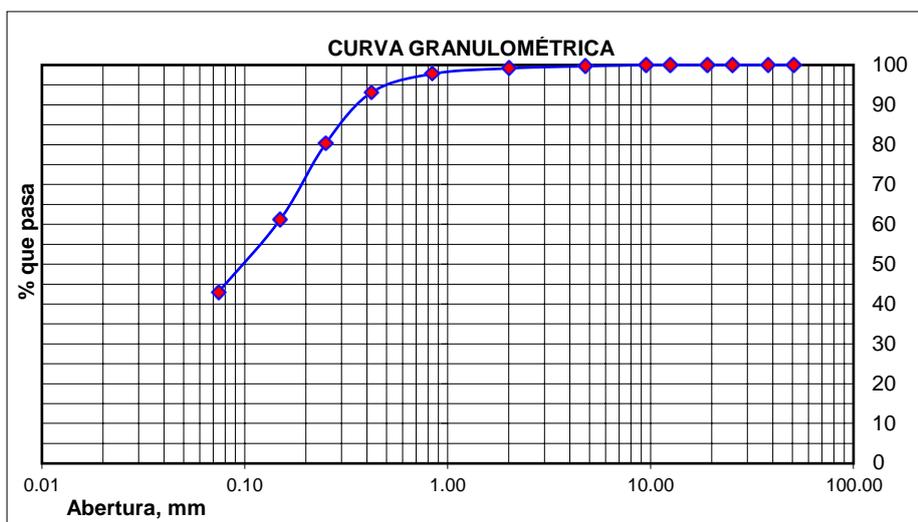
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-4

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0015</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 02 -E-03

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	2.50	99.69
N° 10	2.000	4.200	99.17
N° 20	0.840	11.10	97.79
N° 40	0.420	37.80	93.10
N° 60	0.250	103.50	80.25
N° 100	0.149	154.00	61.12
N° 200	0.074	146.20	42.97
< N° 200	-	346.10	-

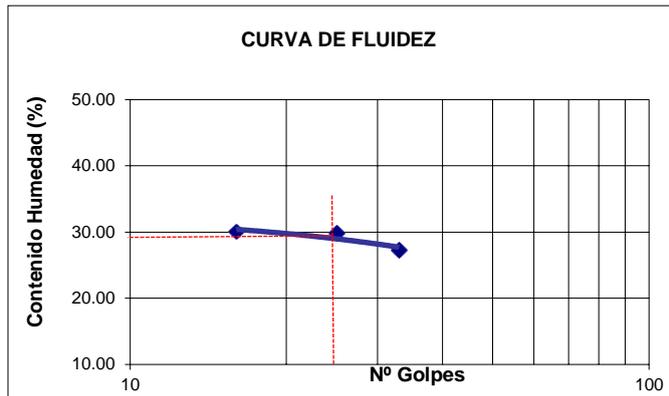


	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0016</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 02 -E-03**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]	28.134	27.763	28.365
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	34.662	36.067	35.224
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		33.263	
5. Peso Agua, [gr]	1.399	1.906	1.584
6. Peso Suelo Seco, [gr]	5.129	6.398	5.275
7. Contenido de Humedad, [%]	27.276	29.791	30.028
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]	26.042	25.884	26.983
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		34.154	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	33.065	32.265	31.772
5. Peso Agua, [gr]	1.089	0.956	0.715
6. Peso Suelo Seco, [gr]	7.023	6.381	4.789
7. Contenido de Humedad, [%]	15.506	14.982	14.930
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>		Tara No	
1. Peso Tara, [gr]		31.541	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		136.450	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		133.450	
5. Peso Agua, [gr]		3.000	
6. Peso Suelo Seco, [gr]		101.909	
7. Contenido de Humedad, [%]		2.944	

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0017</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	



**ARENAS LIMOSAS**

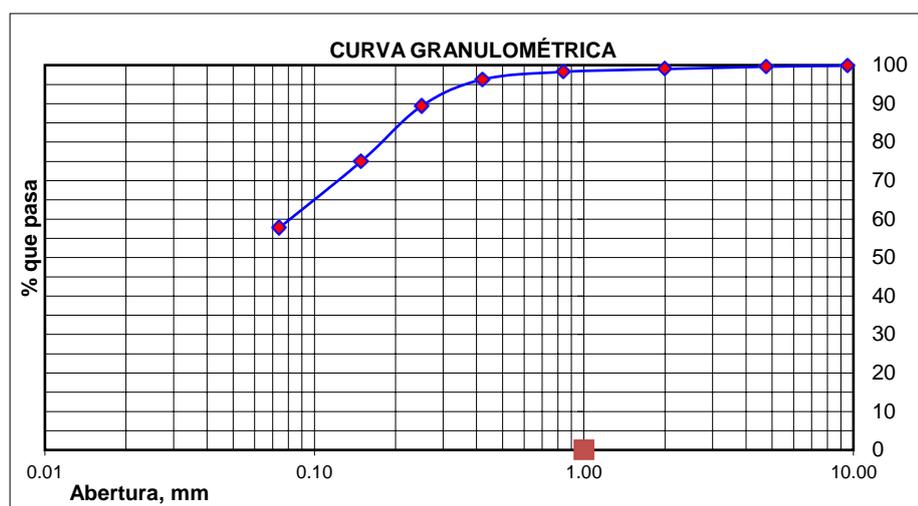
Límite Líquido %	<b>29.79</b>
Límite Plástico %	<b>15.14</b>
Índice Plasticidad %	<b>14.65</b>
Clasif. SUCS	<b>SC</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-6</b>

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0018</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 03 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	1.400	99.87
N° 04	4.750	2.90	99.61
N° 10	2.000	7.00	98.99
N° 20	0.840	8.00	98.27
N° 40	0.420	22.20	96.28
N° 60	0.250	76.70	89.40
N° 100	0.149	160.80	74.97
N° 200	0.074	192.40	57.71
< N° 200	-	643.20	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0019</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 03 -E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	24.855		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	95.265		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	94.447		
5. Peso Agua, [gr]	0.818		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	69.592		
7. Contenido de Humedad, [%]	1.175		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0020</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD**

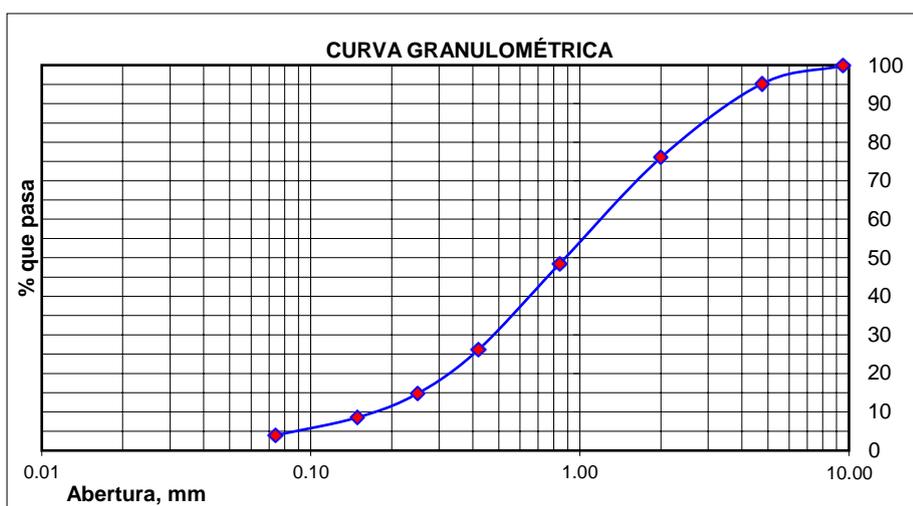
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-4

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0021</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 04 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	2.100	99.86
N° 04	4.750	71.10	95.17
N° 10	2.000	290.40	76.00
N° 20	0.840	418.00	48.41
N° 40	0.420	336.50	26.19
N° 60	0.250	172.30	14.82
N° 100	0.149	94.90	8.56
N° 200	0.074	70.00	3.93
< N° 200	-	59.60	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0022</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 04-E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	23.966		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	57.775		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	57.525		
5. Peso Agua, [gr]	0.250		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	33.559		
7. Contenido de Humedad, [%]	0.745		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0023</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENA BIEN GRADUADA**

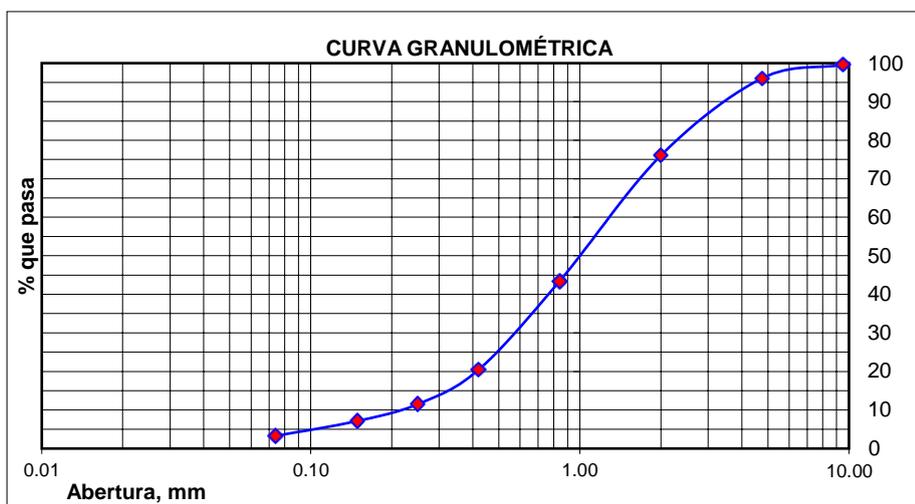
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SW
Clasif. AASHTO	A-1-b

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0024</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 04 -E-02

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0	100.00
1"	25.400	0	100.00
3/4"	19.050	0	100.00
1/2"	12.500	0	100.00
3/8"	9.500	6.700	99.61
N° 04	4.750	59.80	96.10
N° 10	2.000	340.90	76.10
N° 20	0.840	556.80	43.44
N° 40	0.420	391.80	20.45
N° 60	0.250	151.80	11.55
N° 100	0.149	74.60	7.17
N° 200	0.074	66.30	3.28
< N° 200	-	55.9	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0025</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 04-E-02**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	28.670		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	162.370		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	155.450		
5. Peso Agua, [gr]	6.920		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	126.780		
7. Contenido de Humedad, [%]	5.458		

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG- 0026</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**ARENA BIEN GRADUADA**

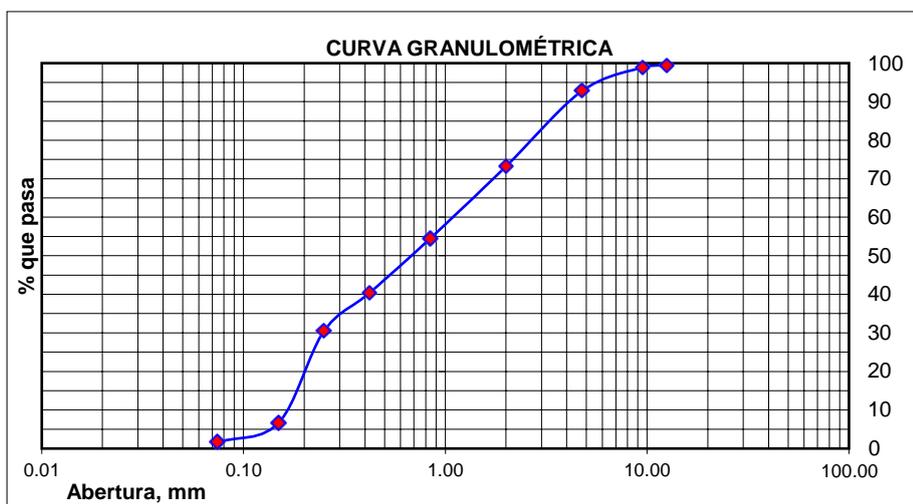
Límite Líquido %	<b>NP</b>
Límite Plástico %	<b>NP</b>
Índice Plasticidad %	<b>NP</b>
Clasif. SUCS	<b>SW</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-1-b</b>

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0027</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 05 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	10.100	99.40
3/8"	9.500	8.600	98.90
N° 04	4.750	103.30	92.80
N° 10	2.000	331.30	73.25
N° 20	0.840	317.80	54.50
N° 40	0.420	240.10	40.33
N° 60	0.250	167.40	30.45
N° 100	0.149	404.10	6.61
N° 200	0.074	84.00	1.65
< N° 200	-	28.00	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0028</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 05-E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	24.865		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	61.440		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	60.140		
5. Peso Agua, [gr]	1.300		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	35.275		
7. Contenido de Humedad, [%]	3.685		

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0029</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS MAL GRADUADA**

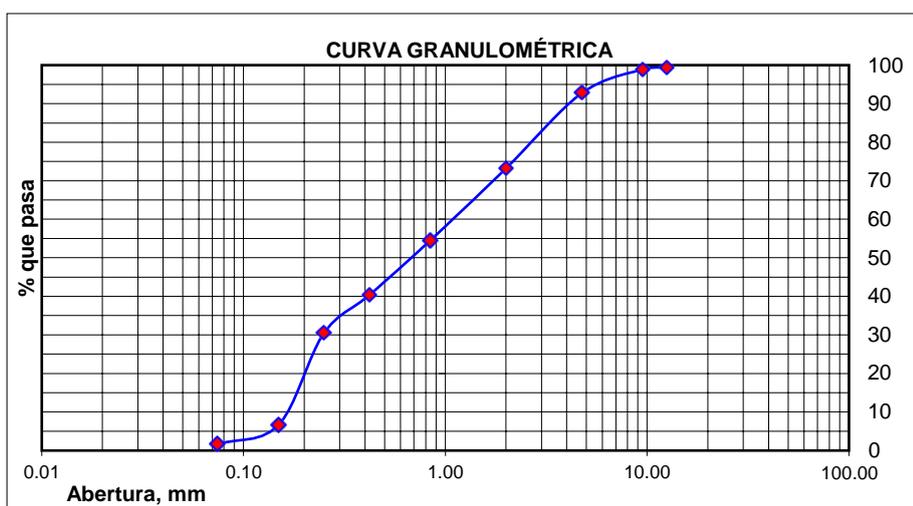
Límite Líquido %	<b>NP</b>
Límite Plástico %	<b>NP</b>
Índice Plasticidad %	<b>NP</b>
Clasif. SUCS	<b>SP</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-1-b</b>

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0030</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 06 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	10.100	99.40
3/8"	9.500	8.600	98.90
N° 04	4.750	103.30	92.80
N° 10	2.000	331.30	73.25
N° 20	0.840	317.80	54.50
N° 40	0.420	240.10	40.33
N° 60	0.250	167.40	30.45
N° 100	0.149	404.10	6.61
N° 200	0.074	84.00	1.65
< N° 200	-	28.00	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0031</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 06-E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	24.865		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	61.440		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	60.140		
5. Peso Agua, [gr]	1.300		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	35.275		
7. Contenido de Humedad, [%]	3.685		

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0032</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS MAL GRADUADA**

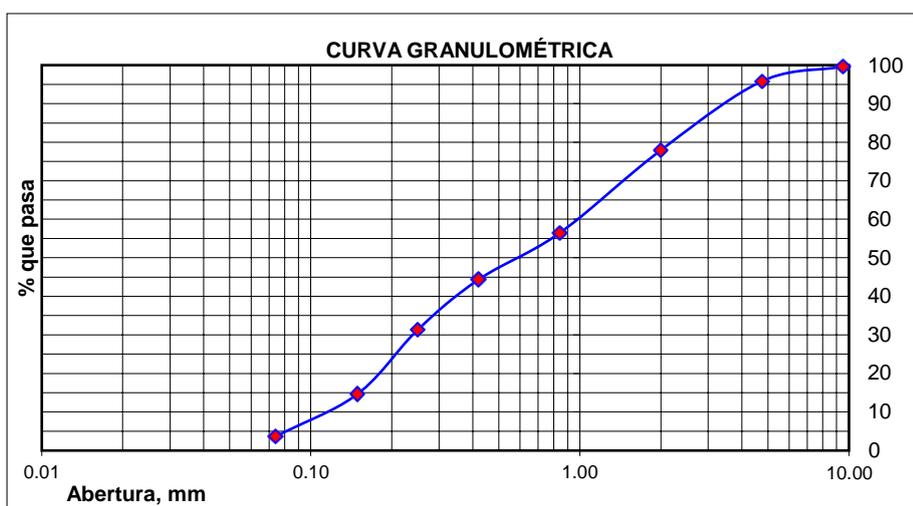
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-b

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0033</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 07 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	7.200	99.63
N° 04	4.750	74.00	95.83
N° 10	2.000	347.70	77.96
N° 20	0.840	419.40	56.41
N° 40	0.420	234.40	44.37
N° 60	0.250	252.40	31.40
N° 100	0.149	326.60	14.61
N° 200	0.074	213.10	3.66
< N° 200	-	71.30	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0034</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

**CALICATA 07-E-01**
**2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	27.361		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	59.487		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	57.241		
5. Peso Agua, [gr]	2.246		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	29.880		
7. Contenido de Humedad, [%]	7.517		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0035</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS MAL GRADUADA**

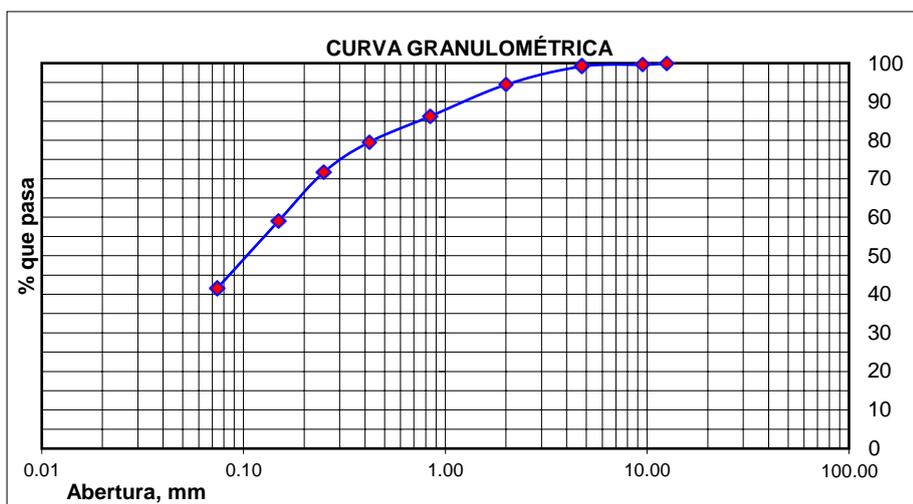
Límite Líquido %	<b>NP</b>
Límite Plástico %	<b>NP</b>
Índice Plasticidad %	<b>NP</b>
Clasif. SUCS	<b>SP</b>
Clasif. AASHTO	<b>A-1-b</b>

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0036</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 08 -E-01

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	2.700	99.84
3/8"	9.500	3.800	99.63
N° 04	4.750	7.60	99.19
N° 10	2.000	82.10	94.45
N° 20	0.840	143.10	86.20
N° 40	0.420	115.60	79.54
N° 60	0.250	135.60	71.72
N° 100	0.149	219.90	59.04
N° 200	0.074	302.60	41.60
< N° 200	-	721.50	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0037</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

CALICATA 08-E-01

## 2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	27.654		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	66.471		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	63.558		
5. Peso Agua, [gr]	2.913		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	35.904		
7. Contenido de Humedad, [%]	8.113		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0038</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**ARENAS ARCILLOSAS**

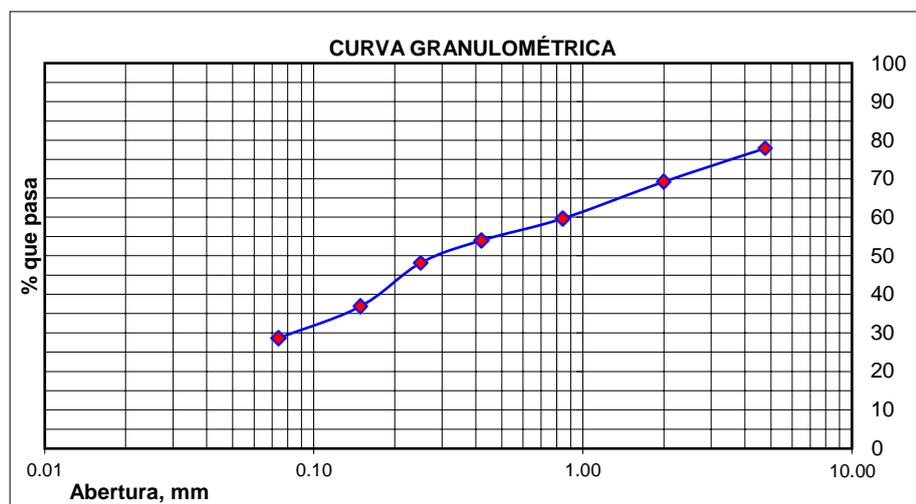
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SC
Clasif. AASHTO	A-6

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-C-0039</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

## CALICATA 08 -E-02

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.000	100.00
N° 04	4.750	407.00	77.89
N° 10	2.000	159.60	69.22
N° 20	0.840	176.10	59.65
N° 40	0.420	104.10	54.00
N° 60	0.250	106.60	48.20
N° 100	0.149	208.70	36.87
N° 200	0.074	151.60	28.63
< N° 200	-	527.00	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0040</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

CALICATA 08-E-02

## 2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	27.331		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	64.154		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	61.968		
5. Peso Agua, [gr]	2.186		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	34.637		
7. Contenido de Humedad, [%]	6.311		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0041</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

**SUELOS LIMOSOS SIN PLASTICIDAD**

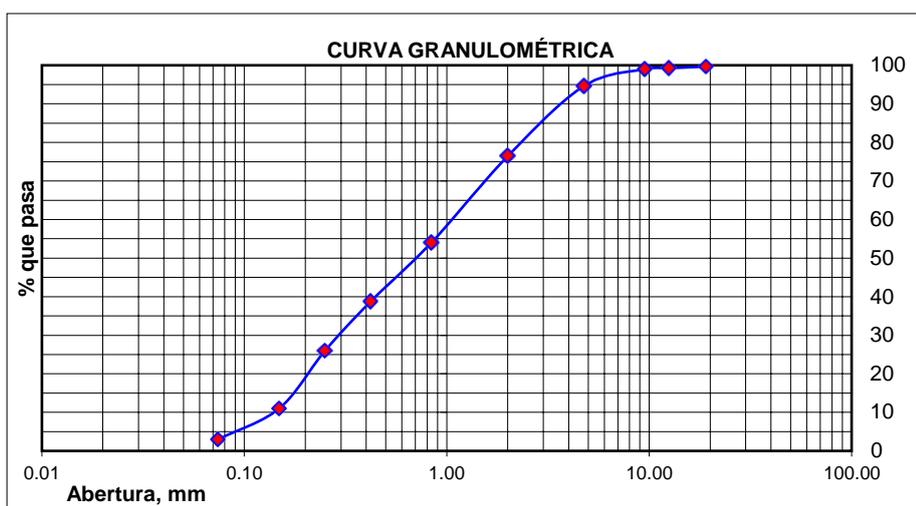
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-4

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-C-0042</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

## CALICATA 08 -E-03

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	7.700	99.65
1/2"	12.500	8.400	99.27
3/8"	9.500	6.200	99.00
N° 04	4.750	97.10	94.62
N° 10	2.000	403.70	76.43
N° 20	0.840	497.30	54.03
N° 40	0.420	339.80	38.72
N° 60	0.250	283.40	25.95
N° 100	0.149	331.10	11.04
N° 200	0.074	179.20	2.96
< N° 200	-	65.80	-



	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0043</b>
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b>	

CALICATA 08-E-03

## 2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

<b>A. LÍMITE LÍQUIDO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes	39	26	17
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>B. LÍMITE PLÁSTICO</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No. 01	Tara No. 02	Tara No. 03
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			
<b>C. CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Procedimiento</b>	Tara No		
1. Peso Tara, [gr]	26.741		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	63.451		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	60.745		
5. Peso Agua, [gr]	2.706		
6. Peso Suelo Seco, [gr]	34.004		
7. Contenido de Humedad, [%]	7.958		

	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0044</b></p>
	<p><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS</b></p>	

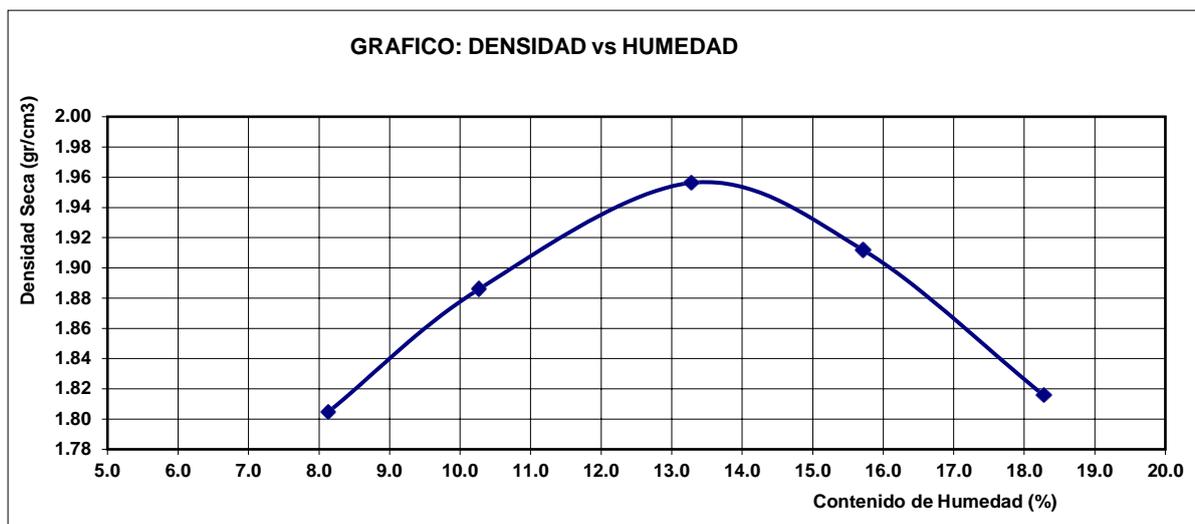
**ARENA Y GRABA MAL GRADUADA**

Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	NP
Índice Plasticidad %	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-b

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0045</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 01- MÉTODO C**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80
2	Peso del molde (gr)	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	10488.00	10761.00	11052.00	11044.00	10906.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4164.60	4437.60	4728.60	4720.60	4582.60
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.08	2.22	2.21	2.15
6	Peso de la tara (gr)	26.331	26.387	26.971	27.115	27.362
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	131.360	129.480	127.440	132.330	125.250
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	123.458	119.880	115.663	118.042	110.125
9	Peso del agua (gr)	7.902	9.600	11.777	14.288	15.125
10	Peso del suelo seco (gr)	97.127	93.493	88.692	90.927	82.763
11	Contenido de humedad (%)	8.14	10.27	13.28	15.71	18.28
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.805	1.886	1.956	1.912	1.816

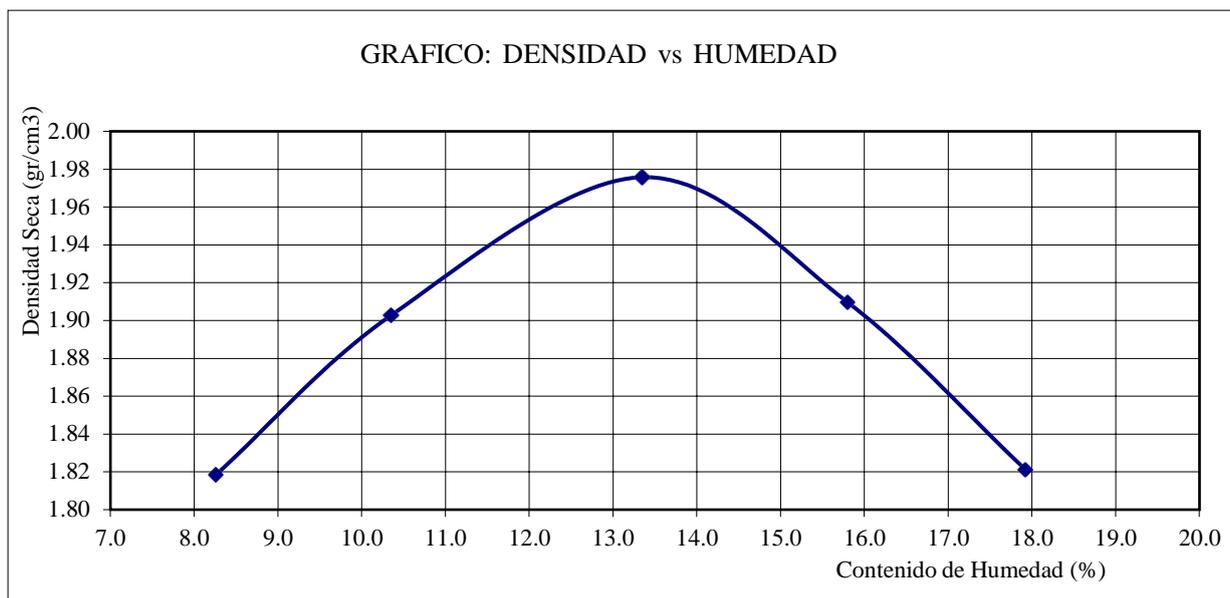


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.956 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>13.28%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0046</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 02- MÉTODO C**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80
2	Peso del molde (gr)	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	10524.00	10804.00	11102.00	11042.00	10906.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4200.60	4480.60	4778.60	4718.60	4582.60
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.10	2.24	2.21	2.15
6	Peso de la tara (gr)	26.331	26.387	26.971	27.115	27.362
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	133.436	132.025	131.658	132.362	133.521
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	125.265	122.114	119.331	118.002	117.386
9	Peso del agua (gr)	8.171	9.911	12.327	14.360	16.135
10	Peso del suelo seco (gr)	98.934	95.727	92.360	90.887	90.024
11	Contenido de humedad (%)	8.26	10.35	13.35	15.80	17.92
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.818	1.903	1.976	1.910	1.821

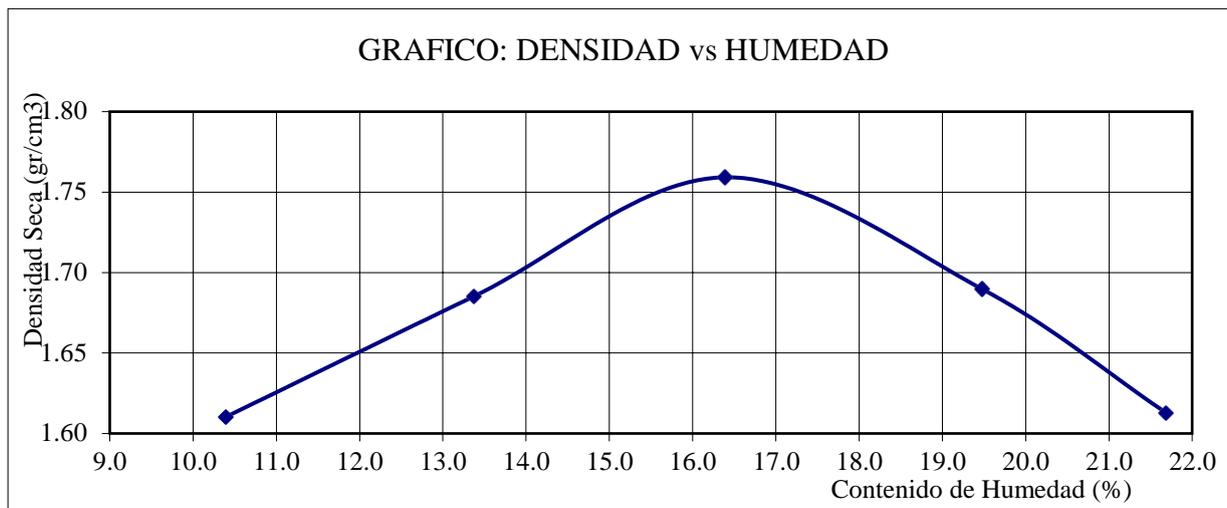


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.976 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>13.35%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0047</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 03- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5314.00	5439.00	5568.00	5541.00	5488.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1673.00	1798.00	1927.00	1900.00	1847.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.91	2.05	2.02	1.96
6	Peso de la tara (gr)	28.774	27.458	26.338	28.145	26.336
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	134.148	135.360	136.445	138.145	133.325
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	124.225	122.632	120.940	120.214	114.256
9	Peso del agua (gr)	9.923	12.728	15.505	17.931	19.069
10	Peso del suelo seco (gr)	95.451	95.174	94.602	92.069	87.920
11	Contenido de humedad (%)	10.40	13.37	16.39	19.48	21.69
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.610	1.685	1.759	1.690	1.613

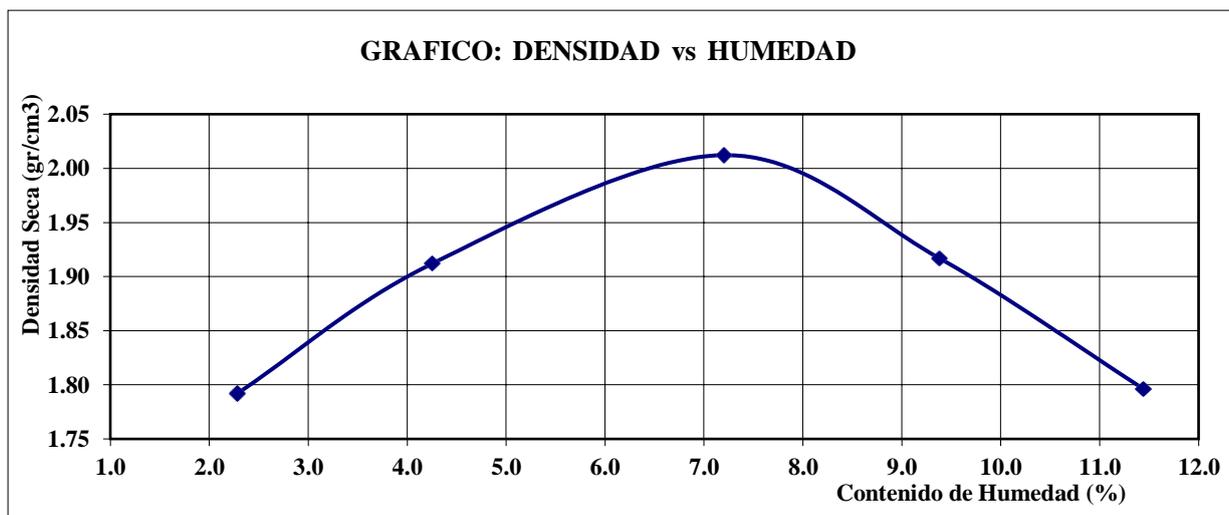


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.759 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>16.40%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0048</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 04- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5366.00	5517.00	5671.00	5614.00	5525.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1725.00	1876.00	2030.00	1973.00	1884.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.99	2.16	2.10	2.00
6	Peso de la tara (gr)	27.451	28.632	27.145	26.882	28.140
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	132.471	134.254	134.325	132.481	133.682
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	130.125	129.942	127.124	123.423	122.850
9	Peso del agua (gr)	2.346	4.312	7.201	9.058	10.832
10	Peso del suelo seco (gr)	102.674	101.310	99.979	96.541	94.710
11	Contenido de humedad (%)	2.28	4.26	7.20	9.38	11.44
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.792	1.912	2.012	1.917	1.796

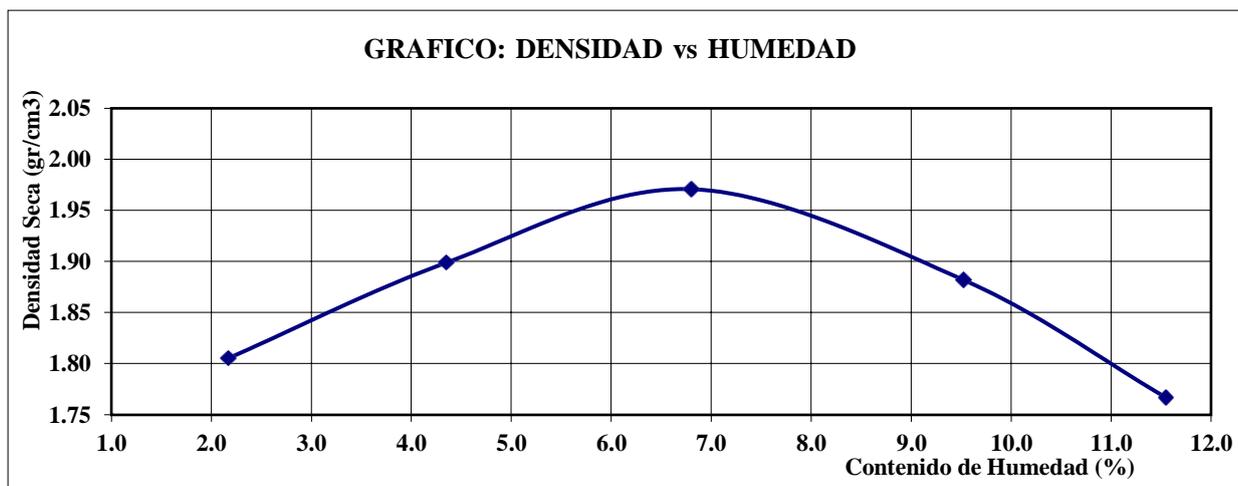


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>2.012 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>7.20%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0049</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 05- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5377.00	5506.00	5622.00	5581.00	5496.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1736.00	1865.00	1981.00	1940.00	1855.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.98	2.10	2.06	1.97
6	Peso de la tara (gr)	27.451	28.632	27.145	26.882	28.140
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	133.412	134.152	133.640	133.740	132.450
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	131.160	129.750	126.860	124.450	121.650
9	Peso del agua (gr)	2.252	4.402	6.780	9.290	10.800
10	Peso del suelo seco (gr)	103.709	101.118	99.715	97.568	93.510
11	Contenido de humedad (%)	2.17	4.35	6.80	9.52	11.55
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.805	1.899	1.971	1.882	1.767

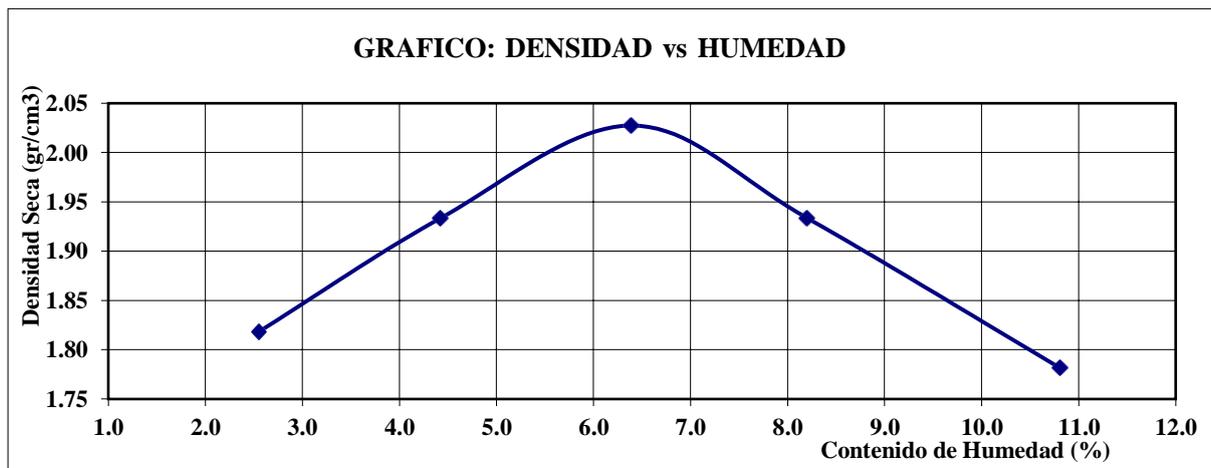


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.971 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>6.80%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0050</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 06- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5396.00	5541.00	5671.00	5610.00	5499.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1755.00	1900.00	2030.00	1969.00	1858.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.86	2.02	2.16	2.09	1.97
6	Peso de la tara (gr)	27.451	28.632	27.145	26.882	28.140
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	132.760	133.920	132.060	132.330	134.070
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	130.140	129.462	125.760	124.338	123.740
9	Peso del agua (gr)	2.620	4.458	6.300	7.992	10.330
10	Peso del suelo seco (gr)	102.689	100.830	98.615	97.456	95.600
11	Contenido de humedad (%)	2.55	4.42	6.39	8.20	10.81
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.818	1.933	2.028	1.934	1.782

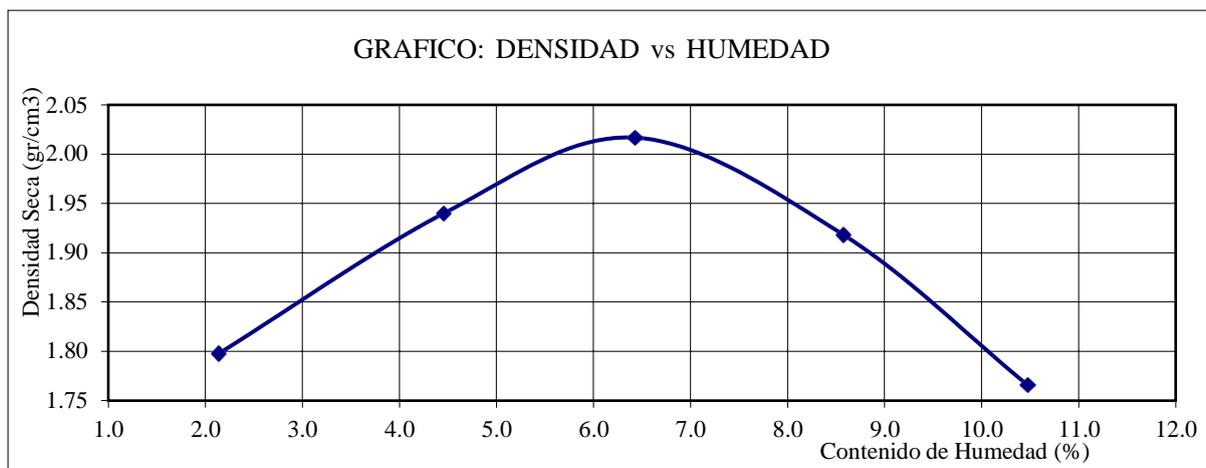


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>2.028 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>6.4%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0051</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 07- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5369.00	5548.00	5661.00	5601.00	5477.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1728.00	1907.00	2020.00	1960.00	1836.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.84	2.03	2.15	2.08	1.95
6	Peso de la tara (gr)	27.451	28.632	27.145	26.882	28.140
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	138.475	138.864	133.654	132.480	133.210
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	136.150	134.160	127.220	124.140	123.250
9	Peso del agua (gr)	2.325	4.704	6.434	8.340	9.960
10	Peso del suelo seco (gr)	108.699	105.528	100.075	97.258	95.110
11	Contenido de humedad (%)	2.14	4.46	6.43	8.58	10.47
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.798	1.940	2.017	1.918	1.766

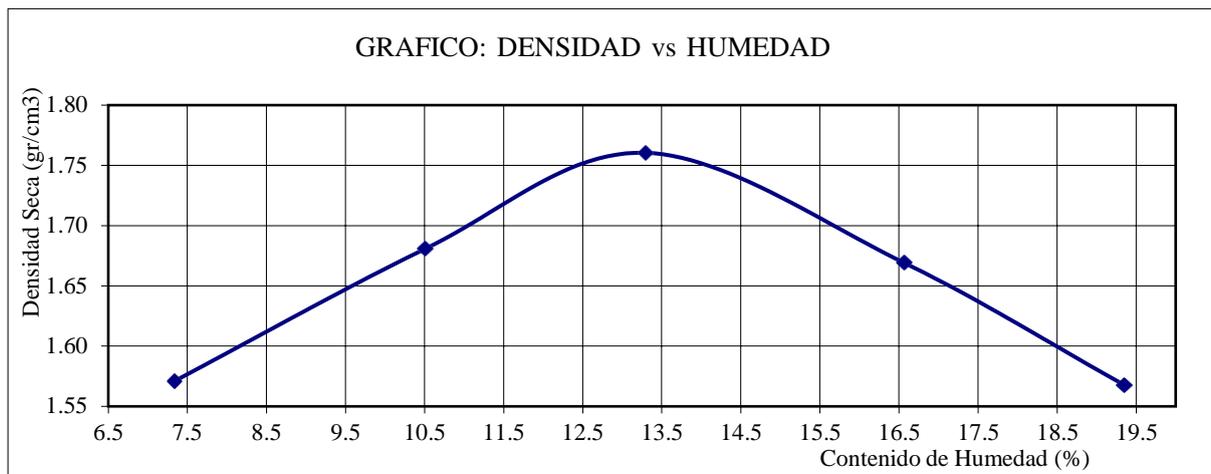


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>2.017 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>6.43%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0052</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 08- MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5228.00	5389.00	5518.00	5472.00	5402.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1587.00	1748.00	1877.00	1831.00	1761.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.86	1.99	1.95	1.87
6	Peso de la tara (gr)	28.774	27.458	26.338	28.145	26.336
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	134.262	135.452	136.514	138.228	133.384
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	127.050	125.182	123.586	122.584	116.032
9	Peso del agua (gr)	7.212	10.270	12.928	15.644	17.352
10	Peso del suelo seco (gr)	98.276	97.724	97.248	94.439	89.696
11	Contenido de humedad (%)	7.34	10.51	13.29	16.57	19.35
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.571	1.681	1.760	1.669	1.568



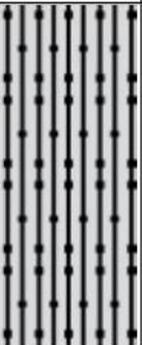
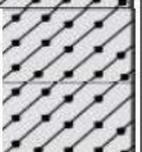
<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.760 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>13.30%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0053</b>
	<b>REGISTRO</b>	

TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
 CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m  
 NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

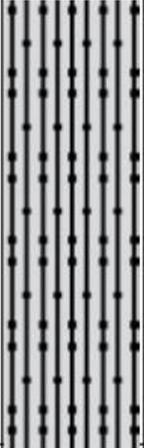
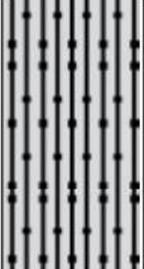
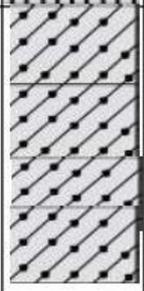
Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
<b>A CIELO ABIERTO</b>	0.00	E-1		ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DE GRAVAS	SM	A-1-b	3.35	1.956
	-0.60							
	-1.60	E-2		ARENAS ARCILLOSAS	SC	A-6	6.318	
	-1.80	E-3		ARENAS ARCILLOSAS	SC	A-6	7.447	

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0054</b></p>
	<p><b>REGISTRO</b></p>	

TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.70 m  
NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

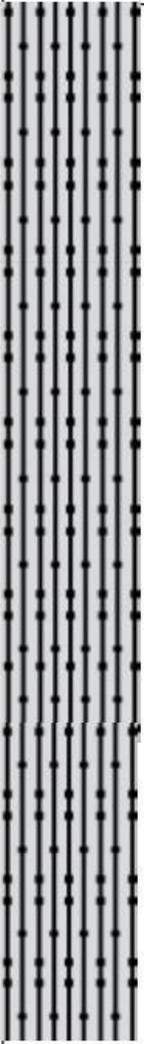
Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE GRAVAS	SM	A-1-b	2.145	1.976
	-0.80	E-2		ARENAS LIMOSAS, SIN PLASTICIDAD CON PRESENCIA DE GRAVAS	SM	A-4	3.332	
	-1.35	E-3		ARENAS LIMOSAS .	SC	A-6	2.944	
	-1.70							

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0055</b></p>
	<p><b>REGISTRO</b></p>	

TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
CALICATA : C-3

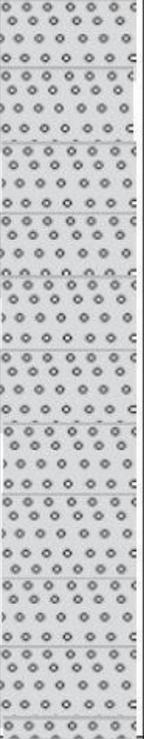
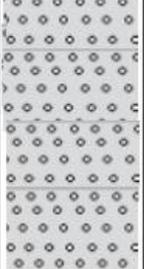
PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m  
NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENAS LIMOSAS SIN PLASTICIDAD	SM	A-4	1.175	1.759
	-1.60							

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p> <p><b>REGISTRO</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0056</b></p>
<p><b>TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".</b></p>		

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m  
NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENA BIEN GRADUADA	SW	A-1-b	0.745	2.012
	-1.35		E-2		ARENA BIEN GRADUADA	SW	A-1-b	
	-1.65							

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0057</b>
	<b>REGISTRO</b>	

TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
 CALICATA : C-5

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m  
 NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENA MAL GRADUADA	SP	A-1-b	3.685	1.971
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
	-1.50							

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0058</b>
	<b>REGISTRO</b>	

**TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-  
 LA GRAMA-2023".**

**FECHA : FEBRERO DEL 2024**  
**CALICATA : C-6**

**PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m**  
**NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.**

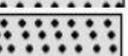
Tipo Excavac.	Profundi dad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
<b>A CIELO ABIERTO</b>	0.00	E-1		ARENA MAL GRADUADA	SP	A-1-b	5.661	2.028
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
	-1.65							

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0059</b></p>
	<p><b>REGISTRO</b></p>	

TESIS: "USO DE POLÍMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMININO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
CALICATA : C-7

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.80 m  
NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

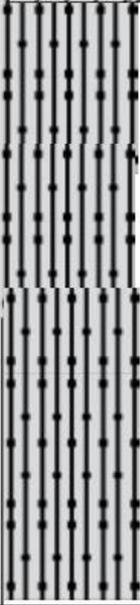
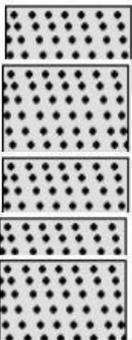
Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENA MAL GRADUADA	SP	A-1-b	7.517	2.017
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
	-1.50							

 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0060</b></p>
	<p><b>REGISTRO</b></p>	

TESIS: "USO DE POLIMEROS PARA VER LOS EFECTOS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023".

FECHA : FEBRERO DEL 2024  
CALICATA : C-8

PROFUNDIDAD : 0.00 m. -1.60 m  
NIVEL FREÁTICO : NO ENCONTRADO.

Tipo Excavac.	Profundidad (mts.)	Muestra	Símbolo	Características del Material	Clasificación		Características In situ	
					SUCS	AASHTO	w %	M.D.S
A CIELO ABIERTO	0.00	E-1		ARENAS ARCILLOSAS	SC	A-6	8.113	1.76
	-0.10	E-2		SUELOS LIMOSOS SIN PLASTICIDAD	SM	A-4	6.311	
	-1.30							
-1.60	E-3		ARENAS MAL GRADUADAS	SP	A-1-b	7.958		

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0061</b>
	<b>CBR</b>	

### CALICATA 01

#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

##### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.956
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.28

##### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°			I	II	III
N° de capas			5	5	5
N° de golpes por capa			56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]		19875.00	19958.00	18773.00
2	Peso del molde [gr]		14944.00	15216.00	15064.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4931.00	4742.00	3709.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.33	2.24	1.75

##### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°			1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]		24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]		108.542	102.365	118.352
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]		98.715	93.412	107.541
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.827	8.953	10.811
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	74.065	68.756	82.096
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.268	13.021	13.169
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.059	1.985	1.550

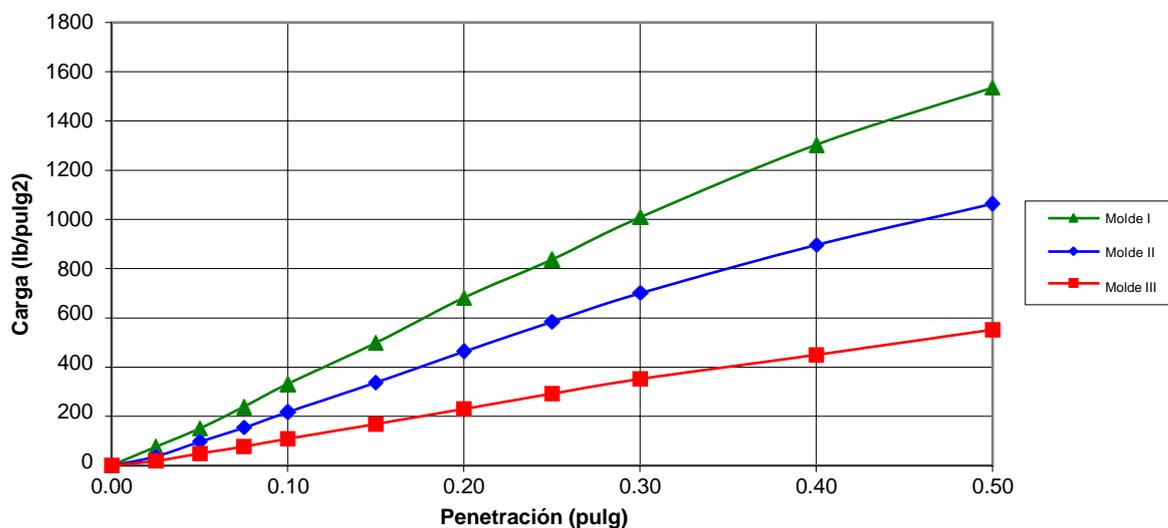
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0062</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

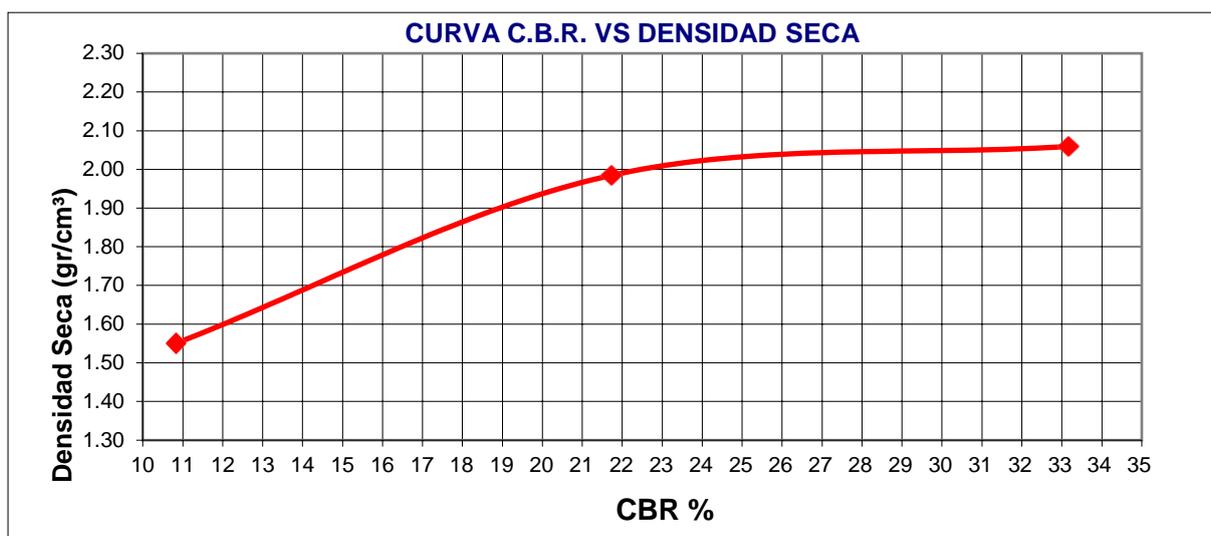
 Area del anillo = 3  
 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTUR A	Presió n	LECTUR A	Presió n	LECTUR A	Presió n
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		227.0	76	110.0	37	55.0	18
0.050		450.0	150	290.0	97	145.0	48
0.075		715.0	238	460.0	153	230.0	77
0.100	1000	995.0	332	652.0	217	325.0	108
0.150		1495.0	498	1012.0	337	505.0	168
0.200	1500	2045.0	682	1389.0	463	689.0	230
0.250		2510.0	837	1752.0	584	875.0	292
0.300	1900	3025.0	1008	2100.0	700	1054.0	351
0.400	2300	3910.0	1303	2689.0	896	1349.0	450
0.500	2600	4605.0	1535	3190.0	1063	1655.0	552

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0063</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	<b>20.50%</b>
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	<b>17.60%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0064</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 02

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.976
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.35

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°			I	II	III
N° de capas			5	5	5
N° de golpes por capa			56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]		19950.00	19927.00	18714.00
2	Peso del molde [gr]		15296.00	14904.00	15064.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	5089.00	4631.00	3810.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]	2113.95	2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]		2.19	1.80	1.75

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°			1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]		24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]		108.542	106.741	110.548
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]		98.715	97.186	100.384
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.555	10.164	10.139
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	72.536	75.728	76.887
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.173	13.422	13.187
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.059	2.127	1.931

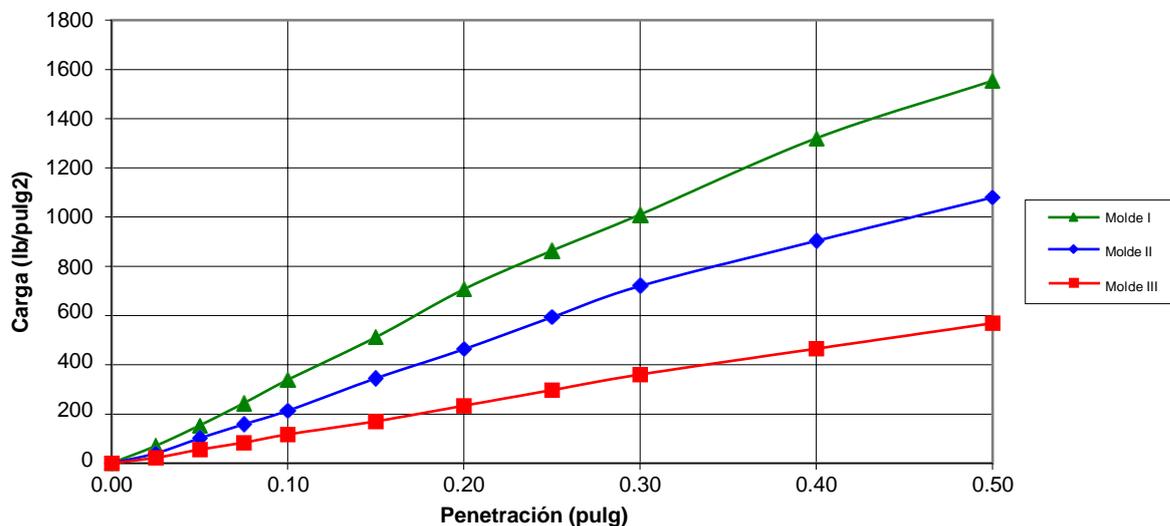
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0065</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

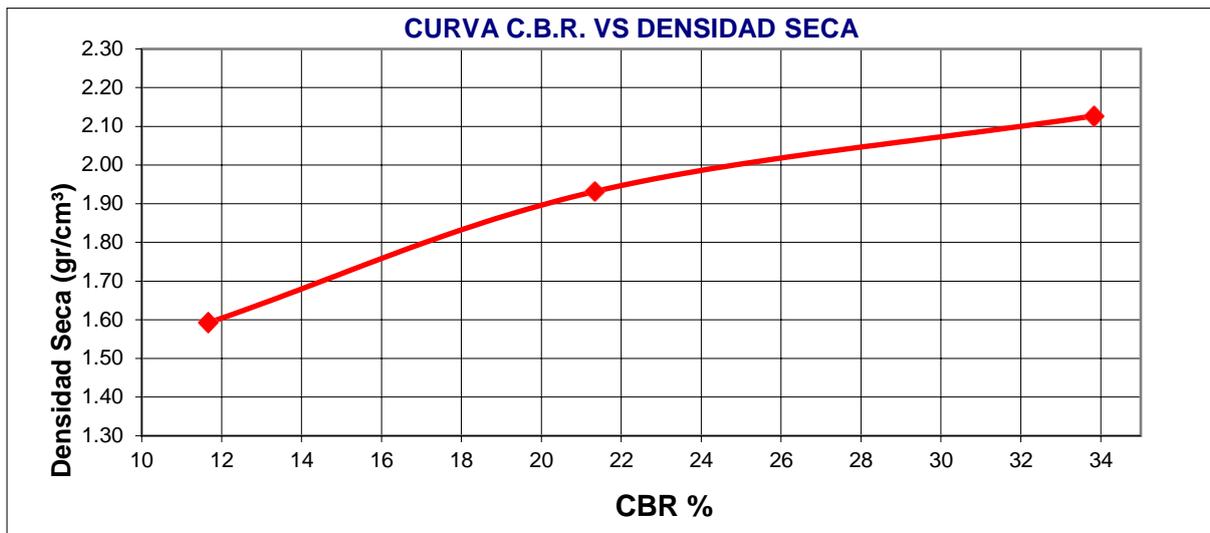
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		210.0	70	120.0	40	65.0	22
0.050		460.0	153	305.0	102	165.0	55
0.075		730.0	243	475.0	158	250.0	83
0.100	1000	1015.0	338	640.0	213	350.0	117
0.150		1535.0	512	1035.0	345	510.0	170
0.200	1500	2120.0	707	1390.0	463	700.0	233
0.250		2590.0	863	1780.0	593	890.0	297
0.300	1900	3030.0	1010	2160.0	720	1080.0	360
0.400	2300	3960.0	1320	2710.0	903	1395.0	465
0.500	2600	4660.0	1553	3240.0	1080	1705.0	568

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0066</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>22.70%</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>19.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0067</b>
	<b>CBR</b>	

### CALICATA 03

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.759
Optimo Contenido de Humedad (%)	16.40

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]		19750.00	19420.00	18450.00
2	Peso del molde [gr]		15416.00	15345.00	15060.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4334.00	4075.00	3390.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.05	1.93	1.60

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]		24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]		105.325	108.365	110.545
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]		95.440	98.102	100.101
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.885	10.263	10.444
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	70.790	73.446	74.656
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.964	13.974	13.989
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.799	1.691	1.407

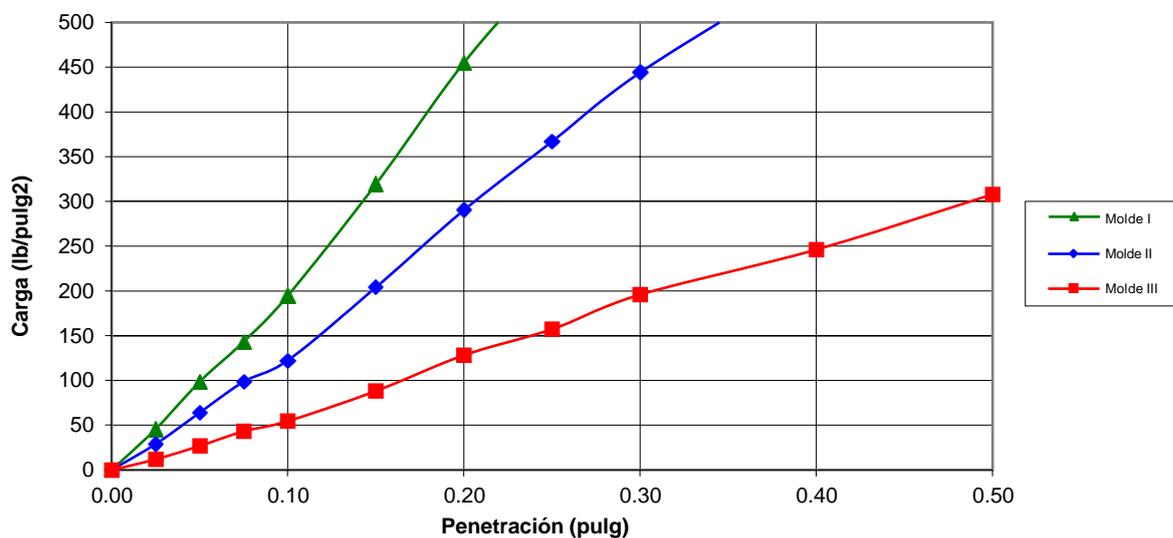
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0068</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

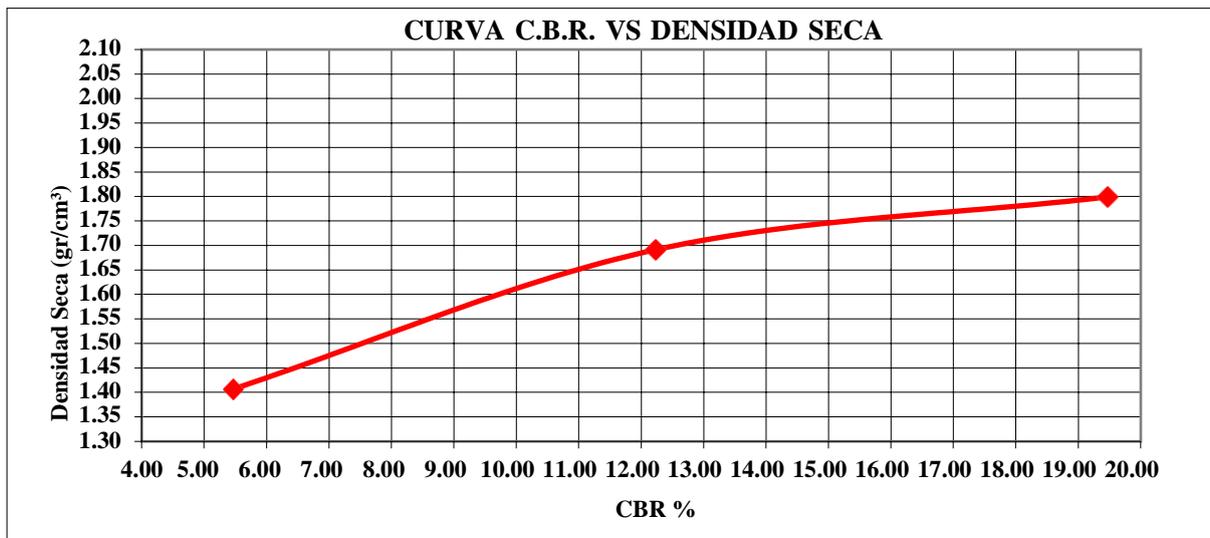
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		137.0	46	87.0	29	36.0	12
0.050		296.0	99	192.0	64	81.0	27
0.075		430.0	143	296.0	99	130.0	43
0.100	1000	584.0	195	367.0	122	164.0	55
0.150		958.0	319	612.0	204	265.0	88
0.200	1500	1365.0	455	871.0	290	385.0	128
0.250		1700.0	567	1101.0	367	472.0	157
0.300	1900	2021.0	674	1332.0	444	588.0	196
0.400	2300	2631.0	877	1706.0	569	739.0	246
0.500	2600	3305.0	1102	2133.0	711	924.0	308

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0069</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	15.20%
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	11.80%

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0070</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 04

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.012
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.20

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19590.00	19565.00	18645.00	
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4646.00	4349.00	3581.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.20	2.06	1.69

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	115.250	110.450	108.620	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	109.200	104.350	102.860	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	6.050	6.100	5.760
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	84.550	79.694	77.415
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	7.156	7.654	7.440

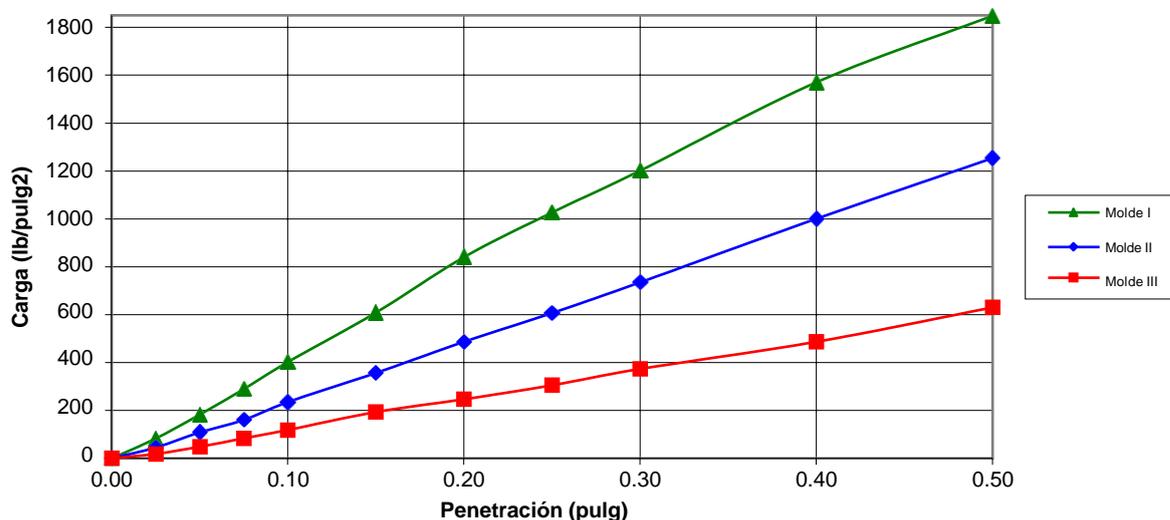
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0071</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

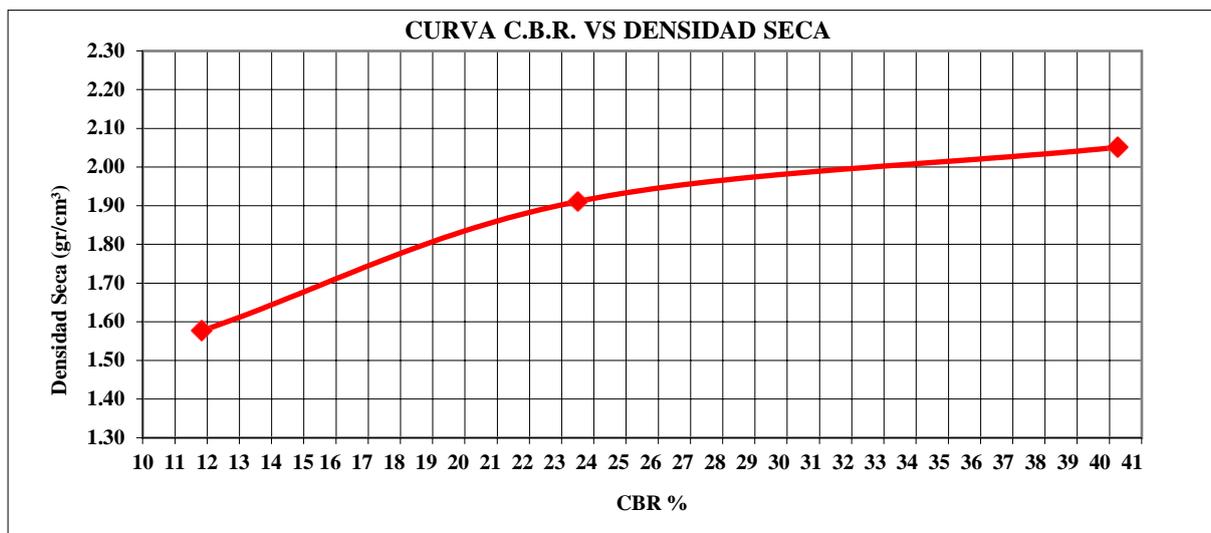
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	250.0	83	135.0	45	55.0	18	250.0
0.050	550.0	183	325.0	108	145.0	48	550.0
0.075	869.0	290	480.0	160	250.0	83	869.0
0.100	1208.0	403	705.0	235	355.0	118	1208.0
0.150	1827.0	609	1070.0	357	580.0	193	1827.0
0.200	2522.0	841	1460.0	487	740.0	247	2522.0
0.250	3082.0	1027	1820.0	607	915.0	305	3082.0
0.300	3606.0	1202	2205.0	735	1120.0	373	3606.0
0.400	4713.0	1571	3001.0	1000	1460.0	487	4713.0
0.500	5546.0	1849	3760.0	1253	1890.0	630	5546.0

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0072</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>32.00%</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>23.60%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0073</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 05

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.971
Optimo Contenido de Humedad (%)	6.80

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19595.00	19505.00	18685.00	
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4651.00	4289.00	3621.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.20	2.03	1.71

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	106.740	108.152	106.362	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	101.512	103.050	101.140	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	5.228	5.102	5.222
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	76.862	78.394	75.695
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	6.802	6.508	6.899
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.060	1.905	1.602

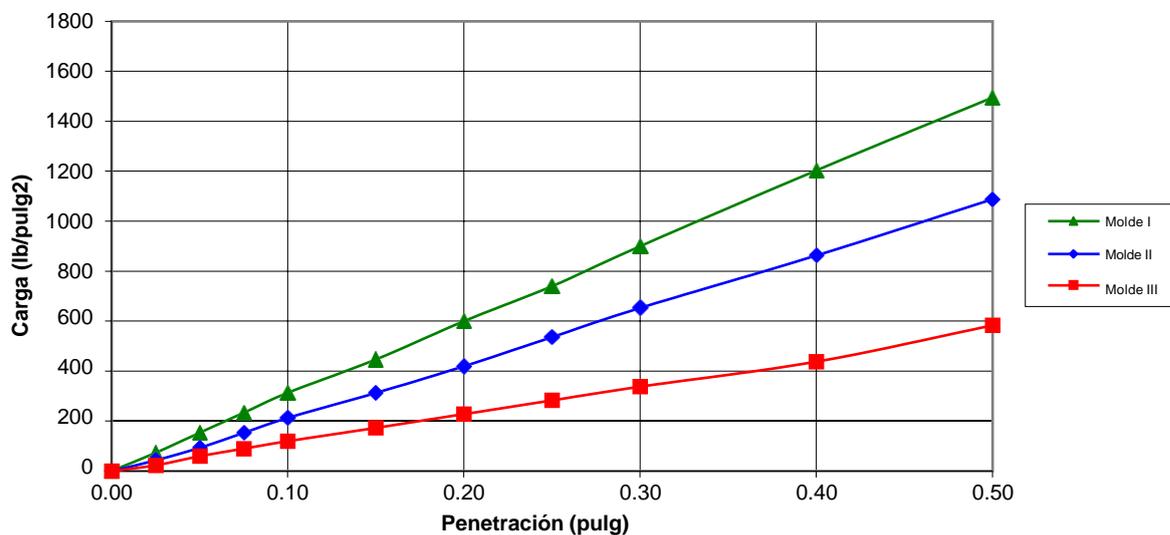
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0074</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

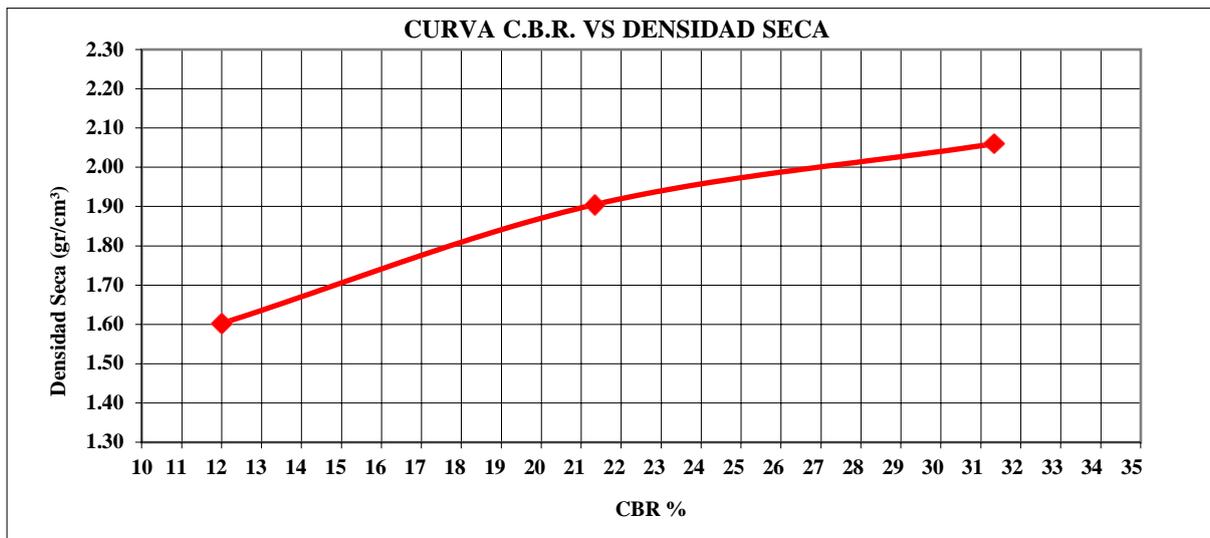
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		220.0	73	130.0	43	70.0	23
0.050		460.0	153	280.0	93	180.0	60
0.075		700.0	233	460.0	153	270.0	90
0.100	1000	940.0	313	640.0	213	360.0	120
0.150		1340.0	447	940.0	313	520.0	173
0.200	1500	1800.0	600	1260.0	420	685.0	228
0.250		2220.0	740	1610.0	537	850.0	283
0.300	1900	2700.0	900	1960.0	653	1015.0	338
0.400	2300	3610.0	1203	2590.0	863	1315.0	438
0.500	2600	4485.0	1495	3265.0	1088	1750.0	583

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0075</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	<b>23.80%</b>
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	<b>19.00%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0076</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 06

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.028
Optimo Contenido de Humedad (%)	6.40

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19570.00	19525.00	18625.00	
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4626.00	4309.00	3561.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.19	2.04	1.68

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	110.250	104.130	106.180	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	104.850	99.210	101.150	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	5.400	4.920	5.030
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	80.200	74.554	75.705
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	6.733	6.599	6.644
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.050	1.912	1.580

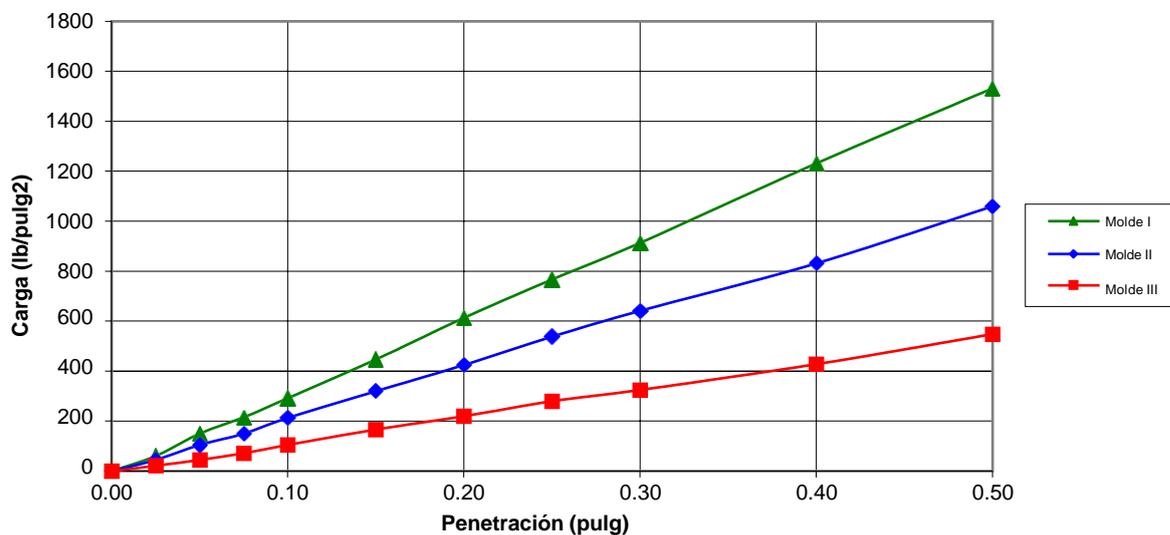
 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CHIMBOTE - PERÚ	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0077</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

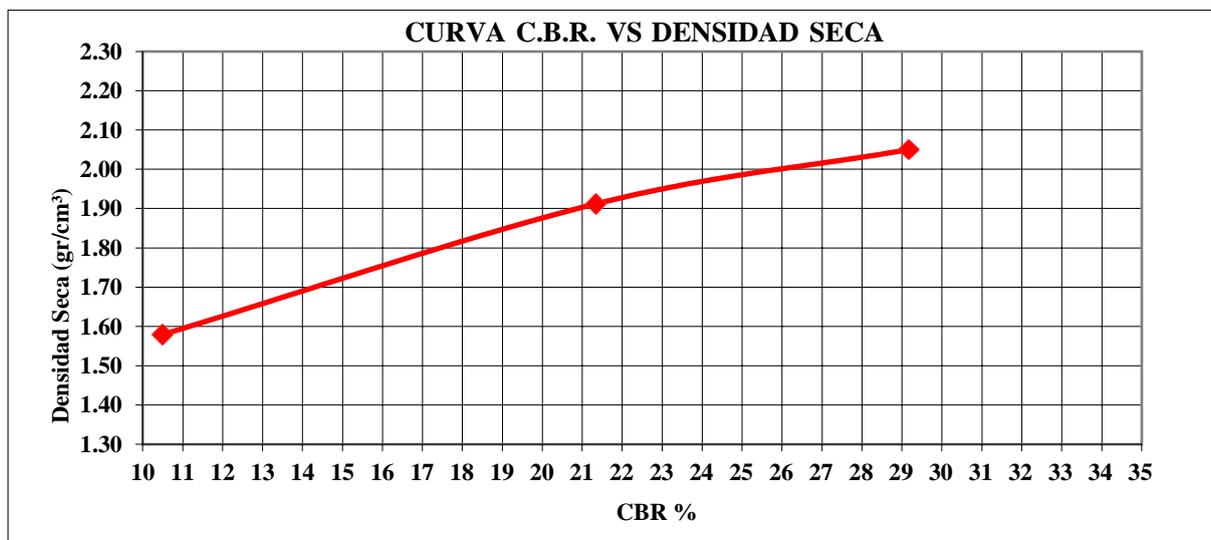
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		180.0	60	135.0	45	65.0	22
0.050		450.0	150	315.0	105	135.0	45
0.075		645.0	215	450.0	150	215.0	72
0.100	1000	875.0	292	640.0	213	315.0	105
0.150		1340.0	447	960.0	320	500.0	167
0.200	1500	1840.0	613	1275.0	425	660.0	220
0.250		2300.0	767	1615.0	538	840.0	280
0.300	1900	2740.0	913	1925.0	642	975.0	325
0.400	2300	3695.0	1232	2495.0	832	1285.0	428
0.500	2600	4595.0	1532	3180.0	1060	1645.0	548

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0078</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	28.10%
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	22.00%

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0079</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 07

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.017
Optimo Contenido de Humedad (%)	6.43

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19640.00	19528.00	18595.00	
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4696.00	4312.00	3531.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.22	2.04	1.67

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	116.250	111.410	109.710	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	110.350	105.850	104.450	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	5.900	5.560	5.260
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	85.700	81.194	79.005
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	6.884	6.848	6.658
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.078	1.909	1.566

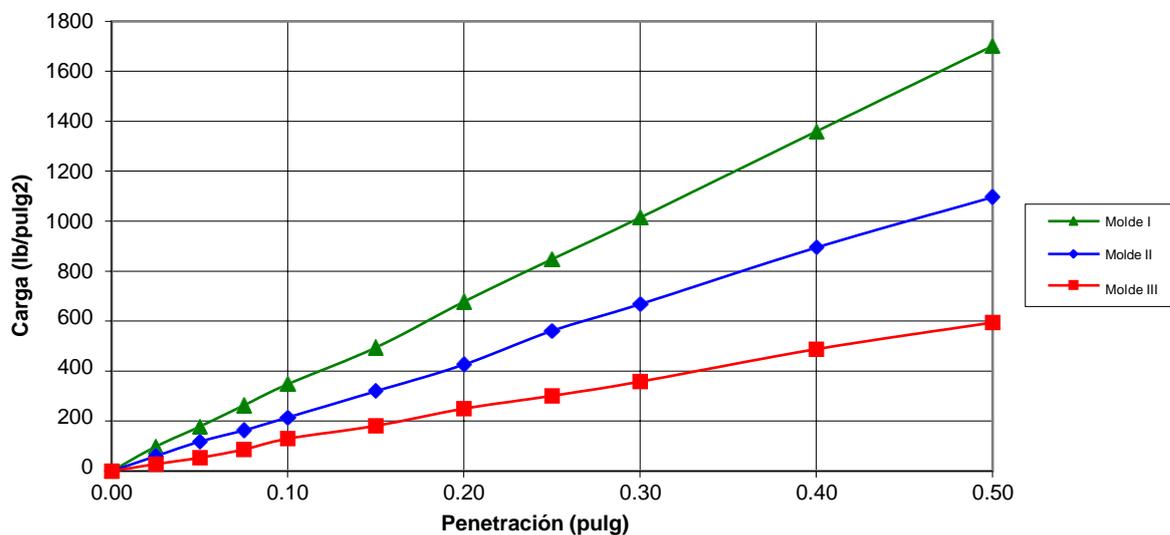
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0080</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

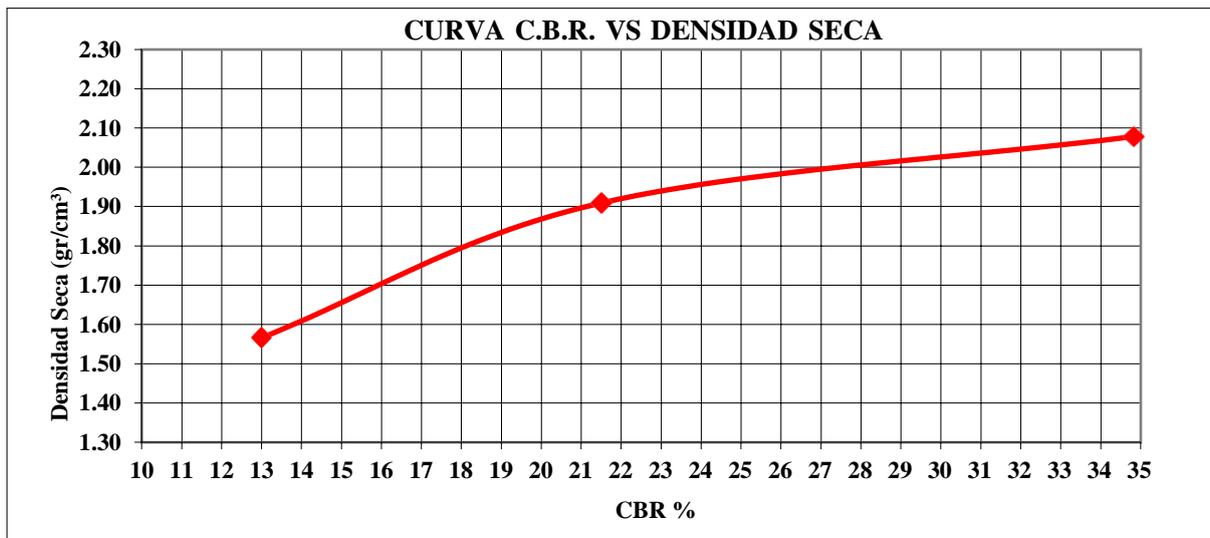
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		295.0	98	180.0	60	85.0	28
0.050		535.0	178	355.0	118	160.0	53
0.075		790.0	263	490.0	163	260.0	87
0.100	1000	1045.0	348	645.0	215	390.0	130
0.150		1485.0	495	960.0	320	545.0	182
0.200	1500	2035.0	678	1280.0	427	750.0	250
0.250		2545.0	848	1685.0	562	905.0	302
0.300	1900	3045.0	1015	2005.0	668	1075.0	358
0.400	2300	4080.0	1360	2685.0	895	1465.0	488
0.500	2600	5105.0	1702	3290.0	1097	1785.0	595

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0081</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	30.00%
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	21.90%

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0082</b>
	<b>CBR</b>	

## CALICATA 08

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

#### a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.760
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.30

#### b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19820.00	19750.00	18490.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15645.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4404.00	4105.00	3430.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.08	1.94	1.62

#### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	106.450	109.410	111.510	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	96.650	99.260	101.250	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.800	10.150	10.260
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	72.000	74.604	75.805
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.611	13.605	13.535
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.834	1.709	1.429

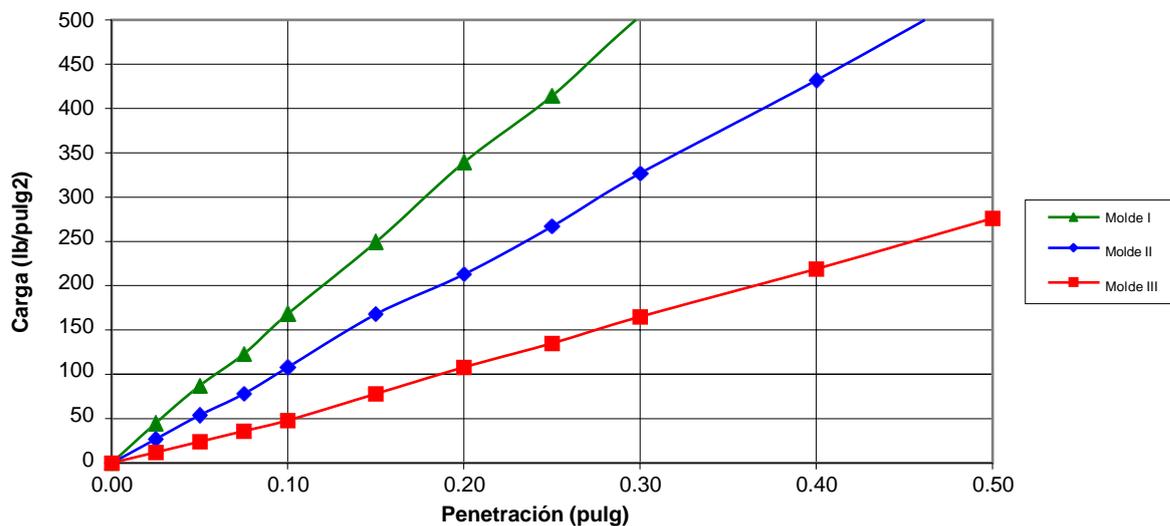
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0083</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

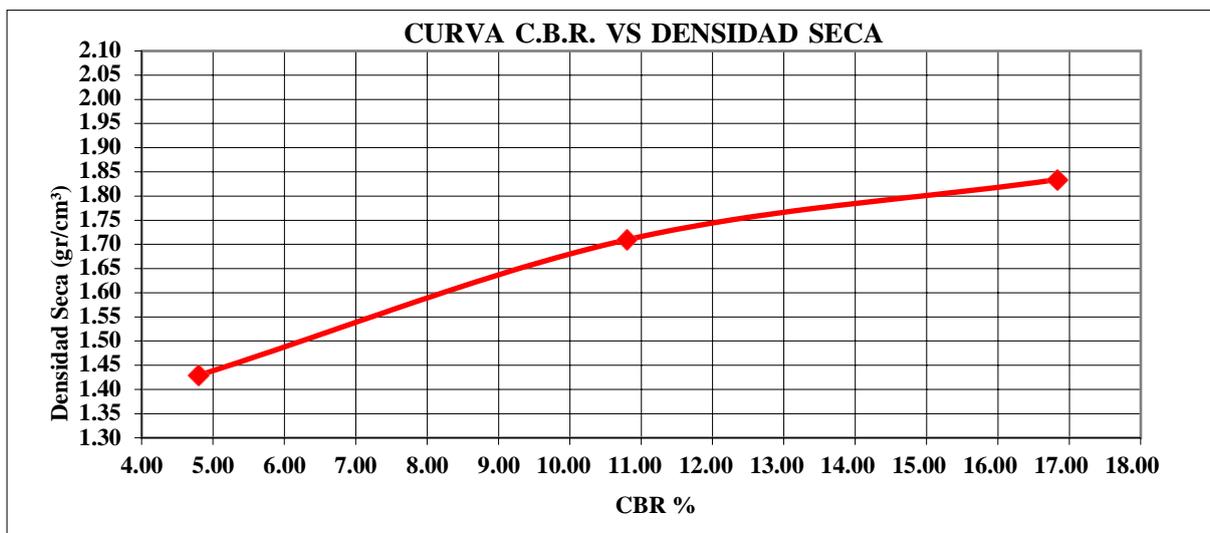
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		135.0	45	81.0	27	36.0	12
0.050		262.0	87	162.0	54	72.0	24
0.075		369.0	123	234.0	78	108.0	36
0.100	1000	505.0	168	324.0	108	144.0	48
0.150		748.0	249	504.0	168	234.0	78
0.200	1500	1018.0	339	639.0	213	324.0	108
0.250		1243.0	414	801.0	267	405.0	135
0.300	1900	1513.0	504	981.0	327	495.0	165
0.400	2300	1999.0	666	1296.0	432	657.0	219
0.500	2600	2530.0	843	1629.0	543	828.0	276

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0084</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



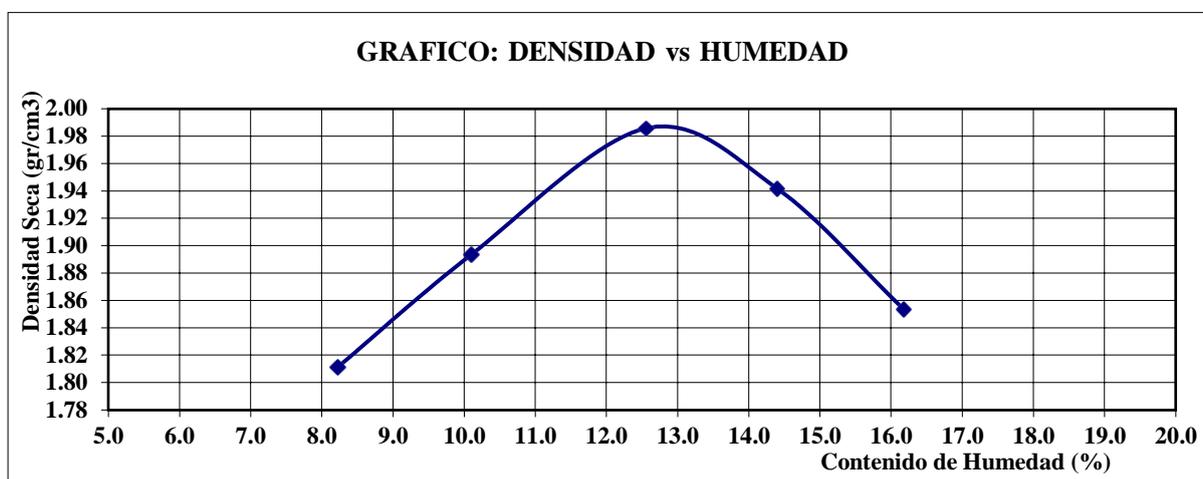
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>12.40 %</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>10.20%</b>

## Anexo 02 – Resultados de los ensayos realizados al camino vecinal Nepeña-la Grama-2023 con la aplicación de polímeros (15%,20%,25%)

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG- 0085</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

### CALICATA 01 + 15%-MÉTODO C

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80
2	Peso del molde (gr)	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	10506.00	10772.00	11093.00	11063.00	10918.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4182.60	4448.60	4769.60	4739.60	4594.60
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.08	2.24	2.22	2.15
6	Peso de la tara (gr)	25.360	24.778	25.632	26.633	28.441
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	126.321	128.771	126.360	126.993	128.125
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.650	119.230	115.120	114.360	114.243
9	Peso del agua (gr)	7.671	9.541	11.240	12.633	13.882
10	Peso del suelo seco (gr)	93.290	94.452	89.488	87.727	85.802
11	Contenido de humedad (%)	8.22	10.10	12.56	14.40	16.18
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.811	1.894	1.986	1.942	1.853

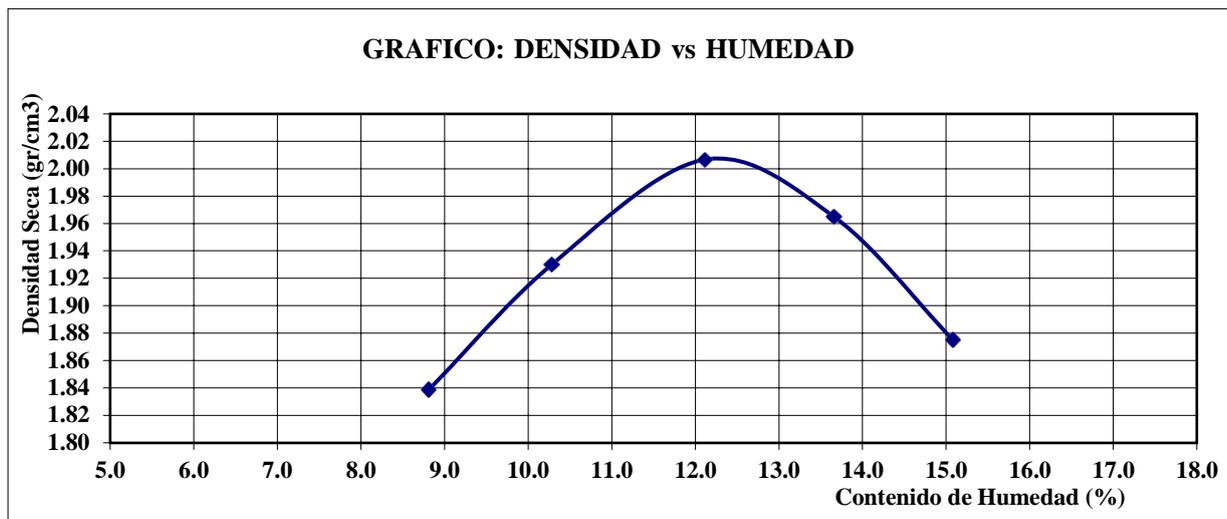


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.986 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>12.60%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0086</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 01 + 20%-MÉTODO C**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80
2	Peso del molde (gr)	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	10593.00	10866.00	11124.00	11089.00	10928.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4269.60	4542.60	4800.60	4765.60	4604.60
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.13	2.25	2.23	2.16
6	Peso de la tara (gr)	26.836	27.461	26.317	25.365	25.510
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	128.710	128.332	127.436	128.312	126.441
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	120.460	118.924	116.512	115.940	113.213
9	Peso del agua (gr)	8.250	9.408	10.924	12.372	13.228
10	Peso del suelo seco (gr)	93.624	91.463	90.195	90.575	87.703
11	Contenido de humedad (%)	8.81	10.29	12.11	13.66	15.08
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.839	1.930	2.007	1.965	1.875

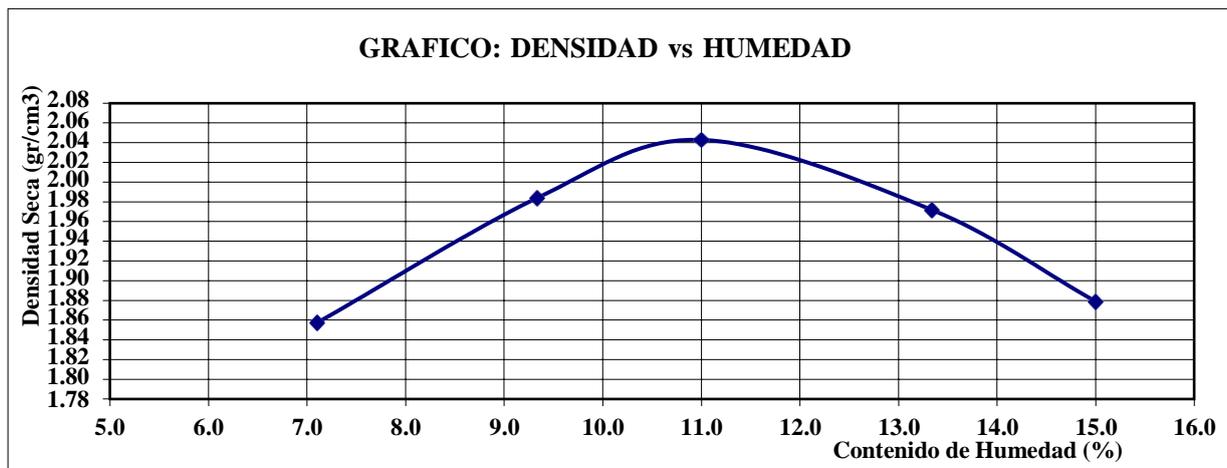


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>2.007 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>12.10%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0087</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 01 + 25%-MÉTODO C**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80	2133.80
2	Peso del molde (gr)	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40	6323.40
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	10568.00	10952.00	11162.00	11092.00	10934.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	4244.60	4628.60	4838.60	4768.60	4610.60
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.17	2.27	2.23	2.16
6	Peso de la tara (gr)	25.840	26.773	25.348	26.741	25.872
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	126.752	127.632	128.360	128.132	126.125
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	120.060	119.020	118.150	116.200	113.050
9	Peso del agua (gr)	6.692	8.612	10.210	11.932	13.075
10	Peso del suelo seco (gr)	94.220	92.247	92.802	89.459	87.178
11	Contenido de humedad (%)	7.10	9.34	11.00	13.34	15.00
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.857	1.984	2.043	1.972	1.879

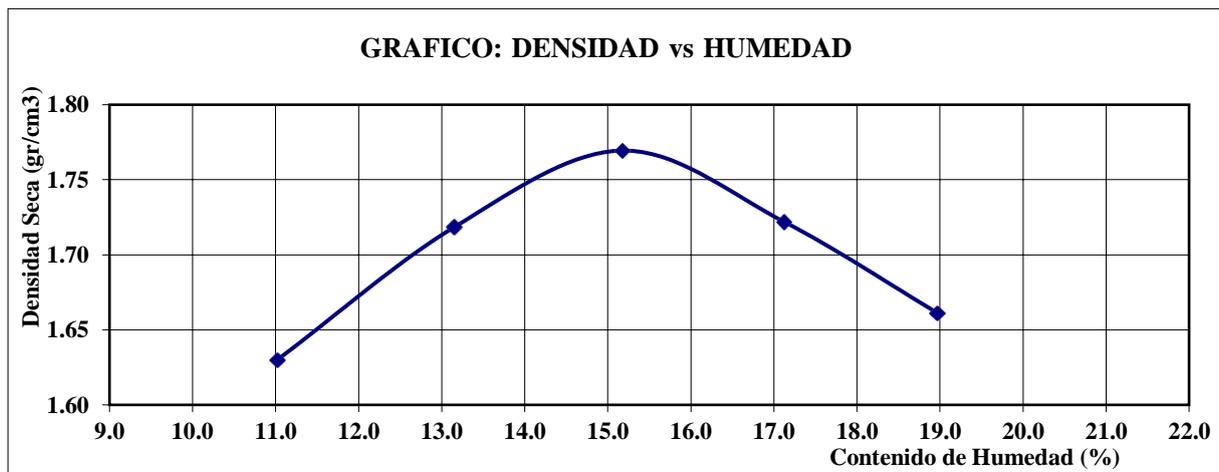


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>2.043 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>11.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0088</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 03 + 15%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5344.00	5471.00	5559.00	5539.00	5501.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1703.00	1830.00	1918.00	1898.00	1860.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.81	1.94	2.04	2.02	1.98
6	Peso de la tara (gr)	25.458	26.365	25.852	26.821	25.365
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	130.452	131.252	128.360	128.050	127.410
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	120.030	119.060	114.850	113.250	111.140
9	Peso del agua (gr)	10.422	12.192	13.510	14.800	16.270
10	Peso del suelo seco (gr)	94.572	92.695	88.998	86.429	85.775
11	Contenido de humedad (%)	11.02	13.15	15.18	17.12	18.97
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.630	1.718	1.769	1.722	1.661

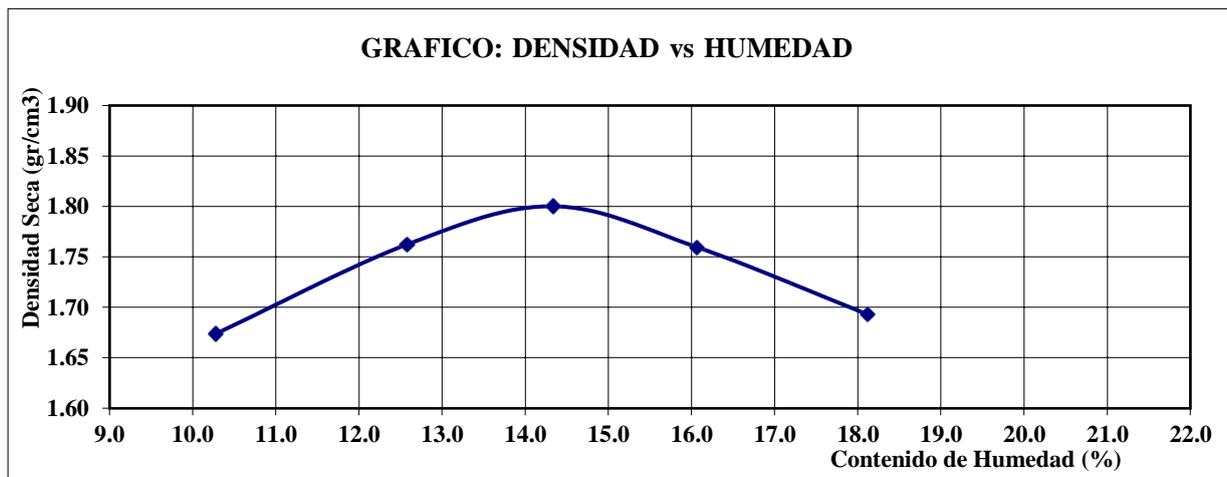


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.769 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Óptimo Contenido de Humedad:</b>		<b>15.20%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0089</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 03 + 20%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5378.00	5508.00	5578.00	5563.00	5523.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1737.00	1867.00	1937.00	1922.00	1882.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.98	2.06	2.04	2.00
6	Peso de la tara (gr)	26.824	27.635	25.382	25.752	26.821
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	128.250	128.174	126.842	129.360	130.221
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.800	116.943	114.120	115.020	114.360
9	Peso del agua (gr)	9.450	11.231	12.722	14.340	15.861
10	Peso del suelo seco (gr)	91.976	89.308	88.738	89.268	87.539
11	Contenido de humedad (%)	10.27	12.58	14.34	16.06	18.12
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.674	1.762	1.800	1.760	1.693

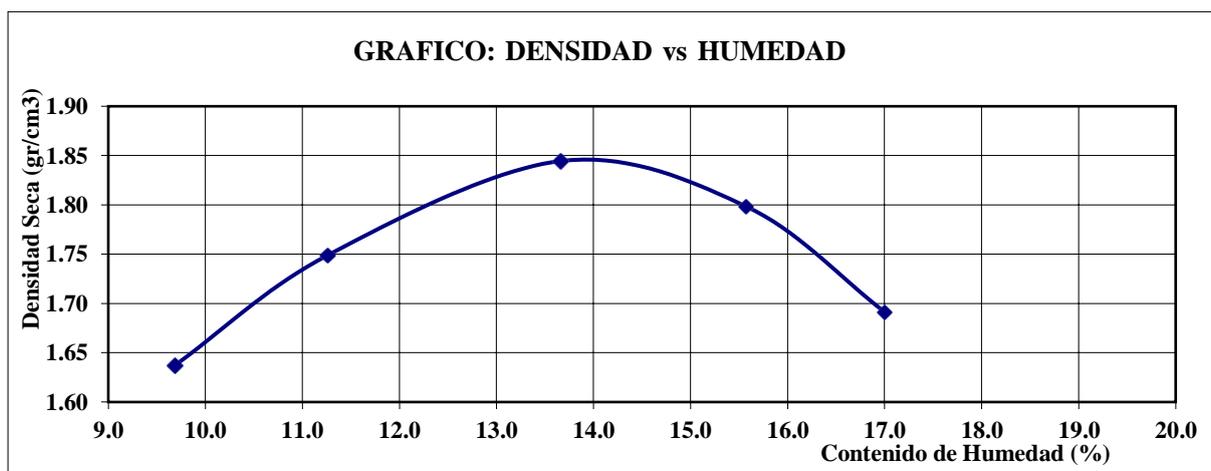


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.800 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Óptimo Contenido de Humedad:</b>		<b>14.30 %</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0090</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 03 + 25%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5331.00	5472.00	5614.00	5597.00	5503.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1690.00	1831.00	1973.00	1956.00	1862.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80	1.95	2.10	2.08	1.98
6	Peso de la tara (gr)	26.742	25.852	26.663	27.352	28.325
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	130.251	128.530	129.410	128.740	129.470
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	121.110	118.140	117.060	115.080	114.771
9	Peso del agua (gr)	9.141	10.390	12.350	13.660	14.699
10	Peso del suelo seco (gr)	94.368	92.288	90.397	87.728	86.446
11	Contenido de humedad (%)	9.69	11.26	13.66	15.57	17.00
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.637	1.749	1.844	1.798	1.691

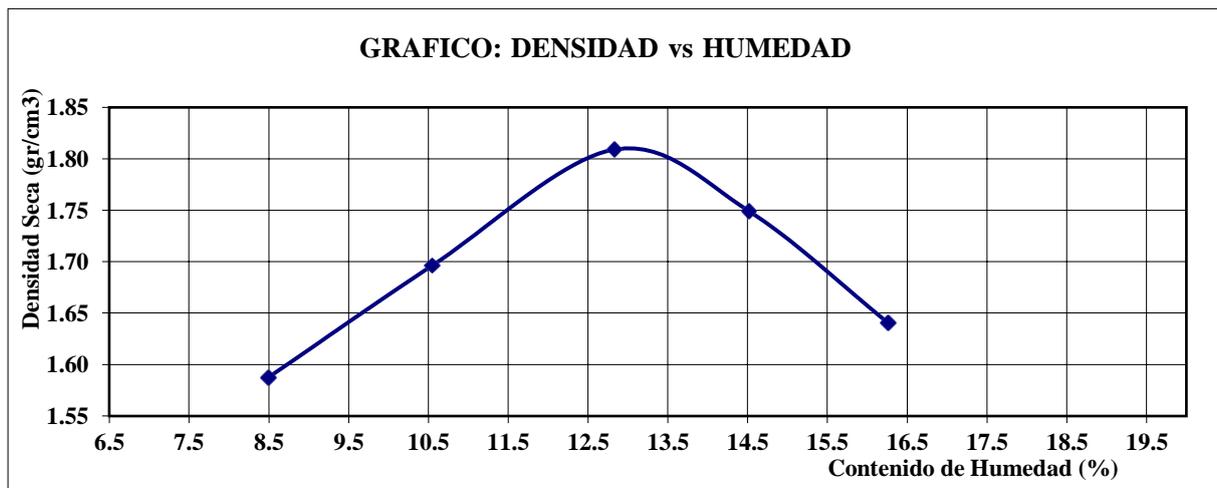


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.844 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>13.60 %</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0091</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 08 + 15%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5262.00	5406.00	5562.00	5526.00	5436.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1621.00	1765.00	1921.00	1885.00	1795.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.88	2.04	2.00	1.91
6	Peso de la tara (gr)	27.452	25.534	26.724	25.850	26.810
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	129.620	126.960	128.470	126.740	127.085
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	121.620	117.280	116.900	113.950	113.060
9	Peso del agua (gr)	8.000	9.680	11.570	12.790	14.025
10	Peso del suelo seco (gr)	94.168	91.746	90.176	88.100	86.250
11	Contenido de humedad (%)	8.50	10.55	12.83	14.52	16.26
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.588	1.696	1.809	1.749	1.641

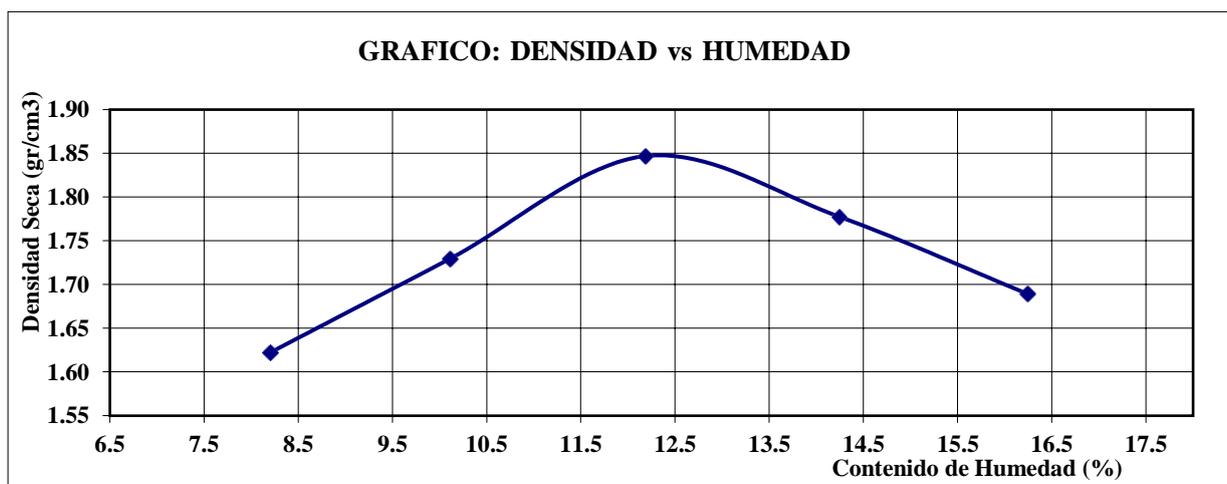


<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.809 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>12.80 %</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0092</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 08 + 20%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5293.00	5433.00	5591.00	5552.00	5489.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1652.00	1792.00	1950.00	1911.00	1848.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	1.90	2.07	2.03	1.96
6	Peso de la tara (gr)	25.710	26.450	25.850	25.320	26.820
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	126.060	128.820	126.450	125.960	128.420
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	118.450	119.420	115.520	113.410	114.220
9	Peso del agua (gr)	7.610	9.400	10.930	12.550	14.200
10	Peso del suelo seco (gr)	92.740	92.970	89.670	88.090	87.400
11	Contenido de humedad (%)	8.21	10.11	12.19	14.25	16.25
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.622	1.729	1.847	1.777	1.689

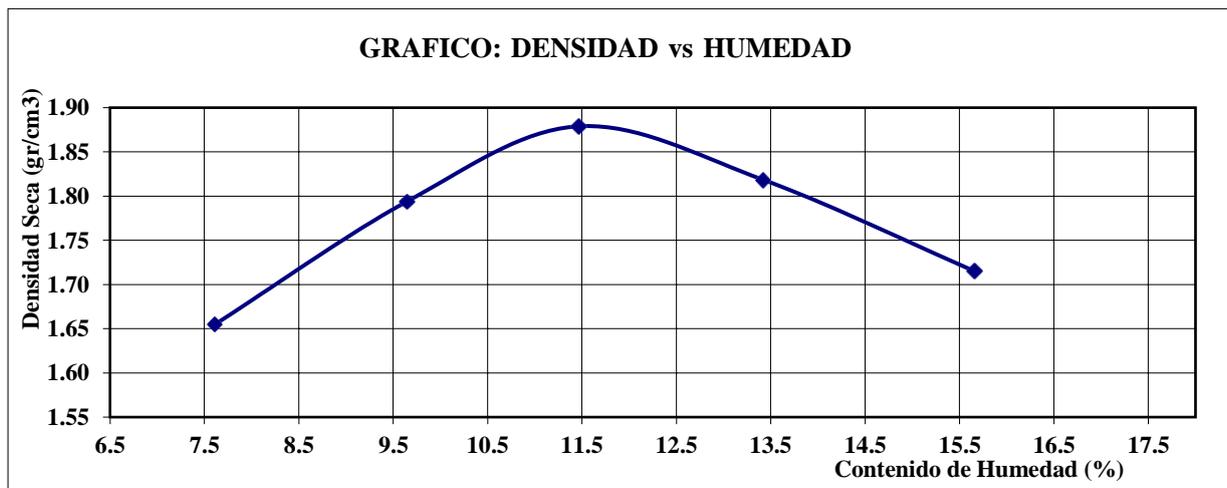


<b>Máxima Densidad Seca :</b>	<b>1.847 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>	<b>12.20 %</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0092</b>
	<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	

**CALICATA 08 + 25%-MÉTODO A**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.10	941.10	941.10	941.10	941.10
2	Peso del molde (gr)	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00	3641.00
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	5317.00	5492.00	5612.00	5582.00	5508.00
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1676.00	1851.00	1971.00	1941.00	1867.00
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.97	2.09	2.06	1.98
6	Peso de la tara (gr)	27.450	25.630	25.820	25.710	26.790
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	128.250	126.450	127.520	126.360	127.250
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	121.120	117.580	117.060	114.450	113.650
9	Peso del agua (gr)	7.130	8.870	10.460	11.910	13.600
10	Peso del suelo seco (gr)	93.670	91.950	91.240	88.740	86.860
11	Contenido de humedad (%)	7.61	9.65	11.46	13.42	15.66
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.655	1.794	1.879	1.818	1.715



<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>:</b>	<b>1.879 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad:</b>		<b>11.50 %</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0093</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 01+15%**

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.986
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.60

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19937.00	19982.00	18831.00
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4766.00	3767.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]	2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.25	1.78

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	109.326	104.360	106.360
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	99.421	94.745	96.842
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.615	9.518
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	70.089	71.397
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.718	13.331
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.983	1.572

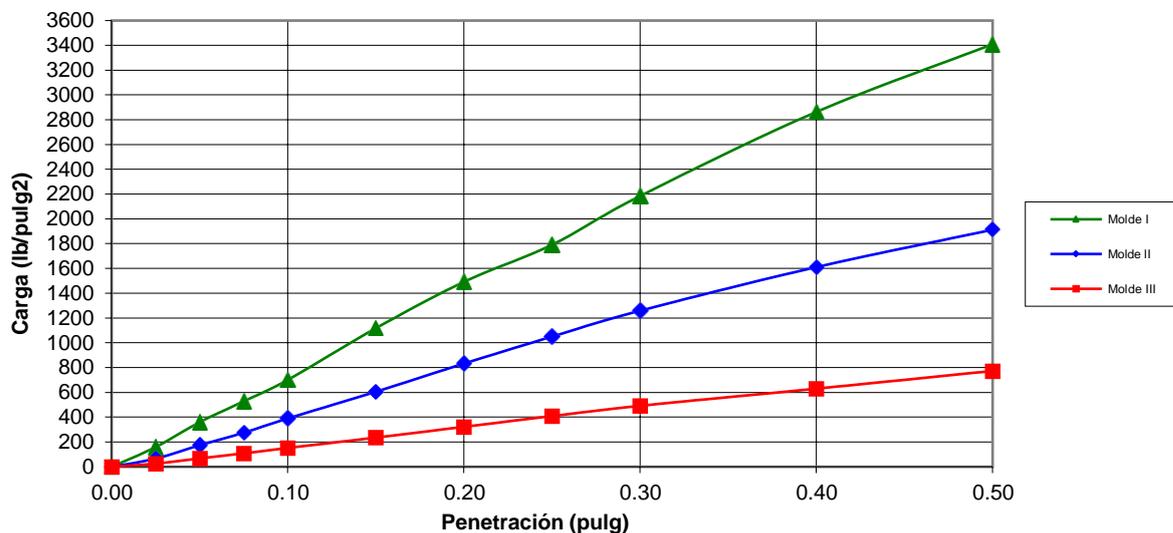
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0094</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

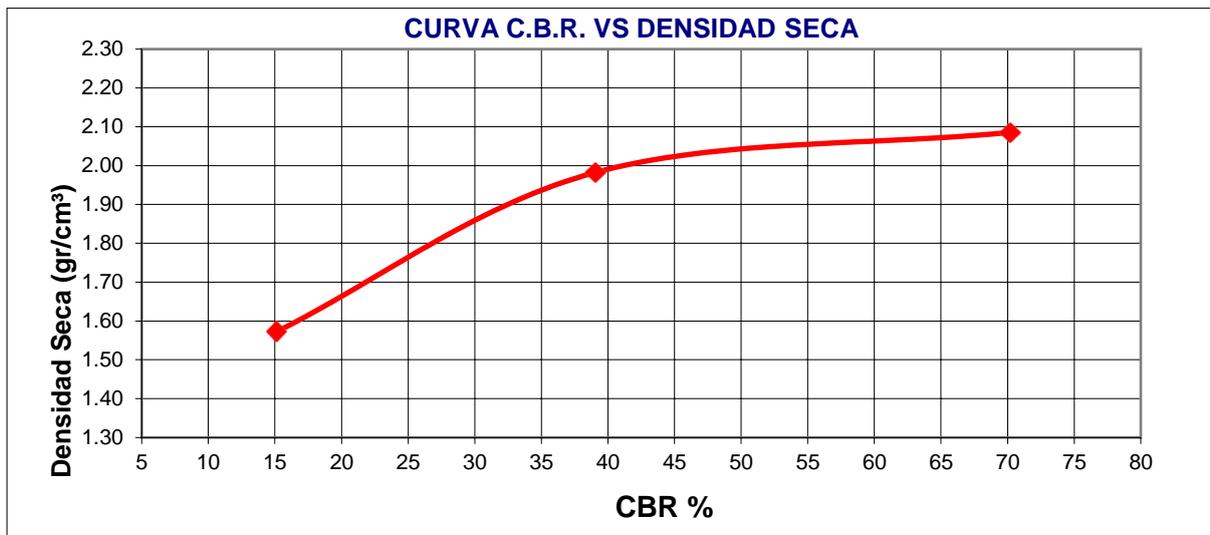
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		480.0	160	199.8	67	75.6	25
0.050		1083.0	361	523.8	175	201.6	67
0.075		1587.0	529	826.2	275	323.4	108
0.100	1000	2106.0	702	1171.8	391	453.6	151
0.150		3357.0	1119	1819.8	607	705.6	235
0.200	1500	4479.0	1493	2500.2	833	966.0	322
0.250		5376.0	1792	3153.6	1051	1226.4	409
0.300	1900	6558.0	2186	3780.0	1260	1474.2	491
0.400	2300	8592.0	2864	4836.0	1612	1890.0	630
0.500	2600	10230.0	3410	5740.2	1913	2318.4	773

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0095</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	<b>38.00 %</b>
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	<b>30.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0096</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 01+20%**

<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)</b>
---------------------------------------------------------------

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.007
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.10

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
18	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19953.00	20017.00	18867.00
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4801.00	3803.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]	2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.27	1.80

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	106.140	108.320	107.110
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	96.863	98.863	97.963
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.457	9.147
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	74.207	72.518
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.744	12.613
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.014	1.598

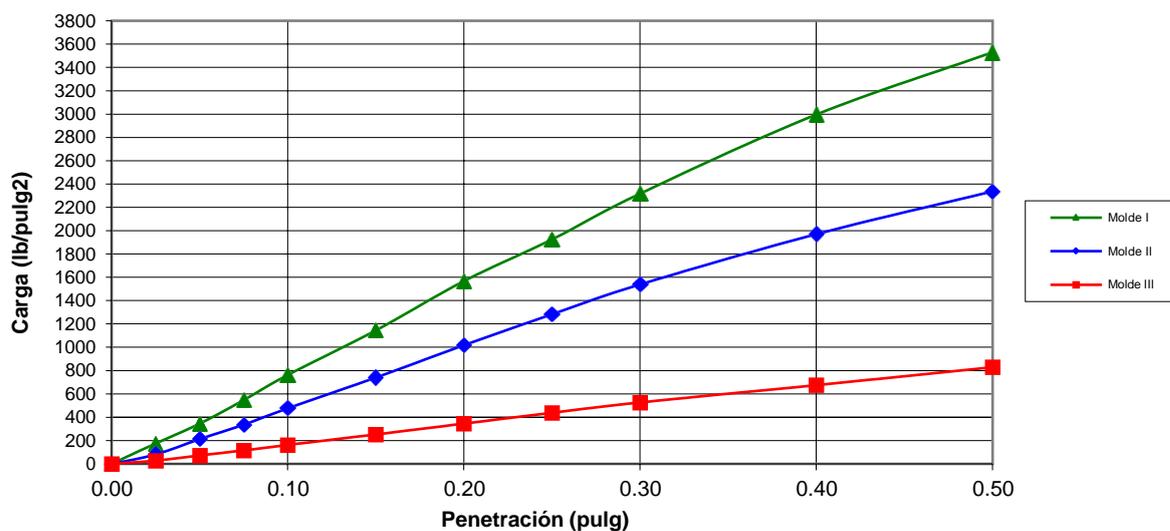
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCUNG-AG-          0097</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

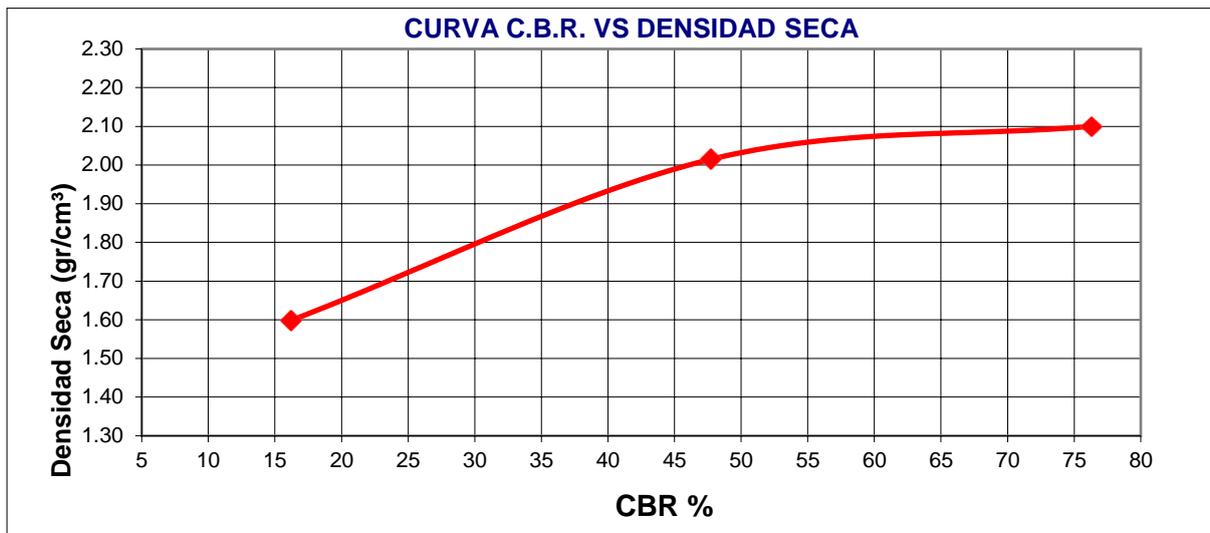
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		524.4	175	244.2	81	81.0	27
0.050		1035.0	345	640.2	213	216.0	72
0.075		1641.0	547	1009.8	337	345.0	115
0.100	1000	2289.0	763	1432.2	477	486.0	162
0.150		3435.0	1145	2224.2	741	756.0	252
0.200	1500	4704.0	1568	3055.8	1019	1035.0	345
0.250		5775.0	1925	3852.0	1284	1314.0	438
0.300	1900	6954.0	2318	4620.0	1540	1579.5	527
0.400	2300	8988.0	2996	5913.0	1971	2025.0	675
0.500	2600	10590.0	3530	7014.0	2338	2484.0	828

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0098</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>46.00 %</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>38.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0099</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 01+25%**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**
**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.043
Optimo Contenido de Humedad (%)	11.00

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19993.00	20051.00	18922.00	
2	Peso del molde [gr]	14944.00	15216.00	15064.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	5049.00	4835.00	3858.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.39	2.29	1.83

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	109.630	108.220	108.842	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	100.452	99.241	99.745	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.178	8.979	9.097
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	75.802	74.585	74.300
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.108	12.039	12.244
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	$\frac{5}{1+(11)/10}$	2.130	2.041	1.626

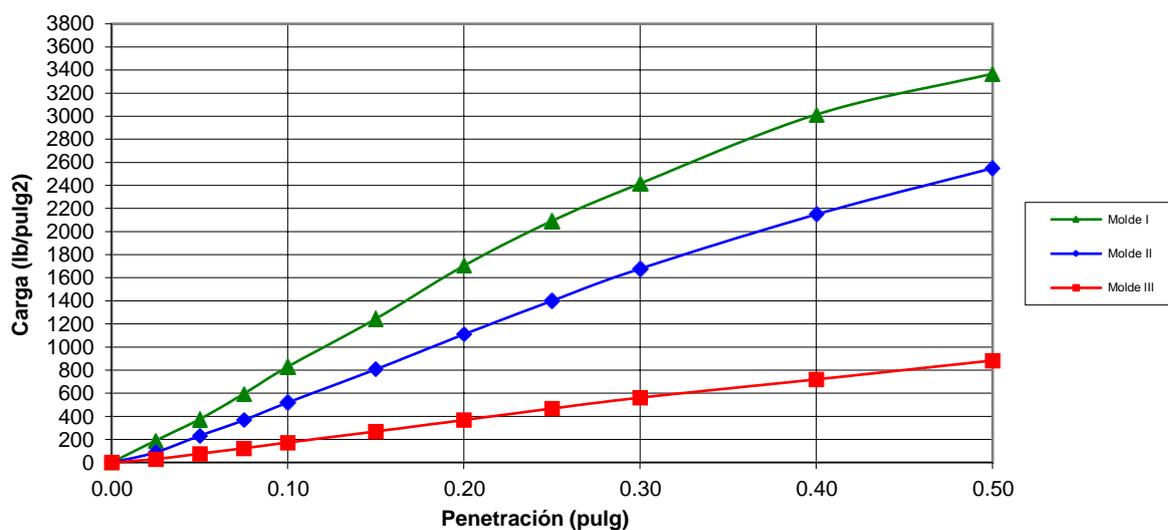
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0100</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

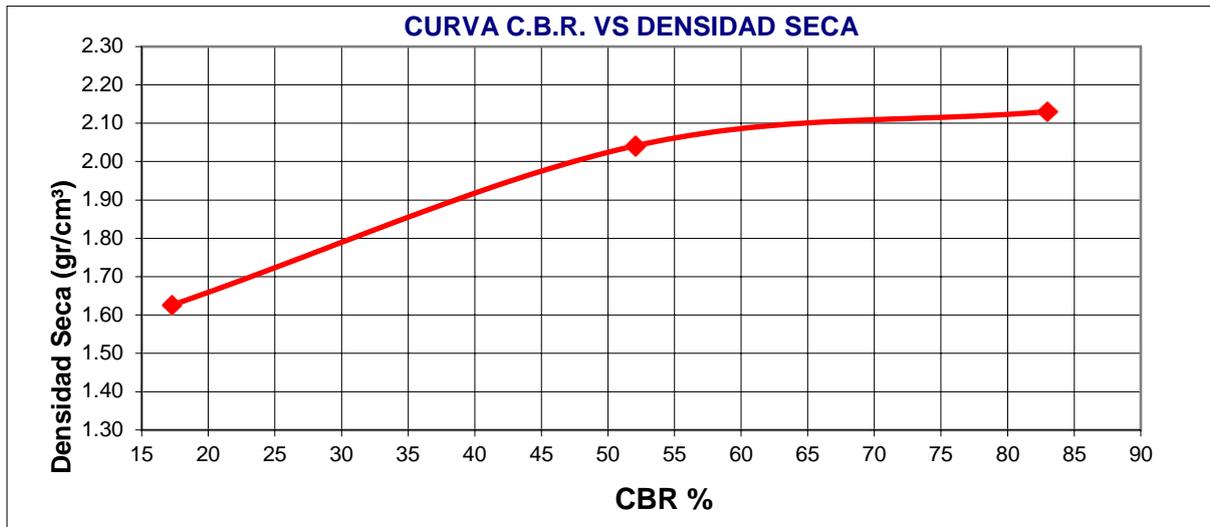
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		570.0	190	243.2	89	55.0	29
0.050		1125.0	375	480.0	233	145.0	77
0.075		1785.0	595	761.6	367	230.0	123
0.100	1000	2490.0	830	1062.4	521	325.0	173
0.150		3735.0	1245	1593.6	809	505.0	269
0.200	1500	5115.0	1705	2182.4	1111	689.0	368
0.250		6277.5	2093	2678.4	1402	875.0	467
0.300	1900	7251.0	2417	2520.0	1680	1054.0	562
0.400	2300	9042.0	3014	3036.6	2150	1349.0	720
0.500	2600	10104.0	3368	3125.4	2551	1655.0	883

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0101</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>54.00%</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>43.00%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-00102</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 03+15%**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**
**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.769
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.20

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19807.00	19563.00	18514.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15345.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4391.00	4218.00	3454.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.08	2.00	1.63

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	108.410	109.820	108.330	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	96.752	98.030	96.831	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	11.658	11.790	11.499
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	72.102	73.374	71.386
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	16.169	16.068	16.108
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.788	1.719	1.407

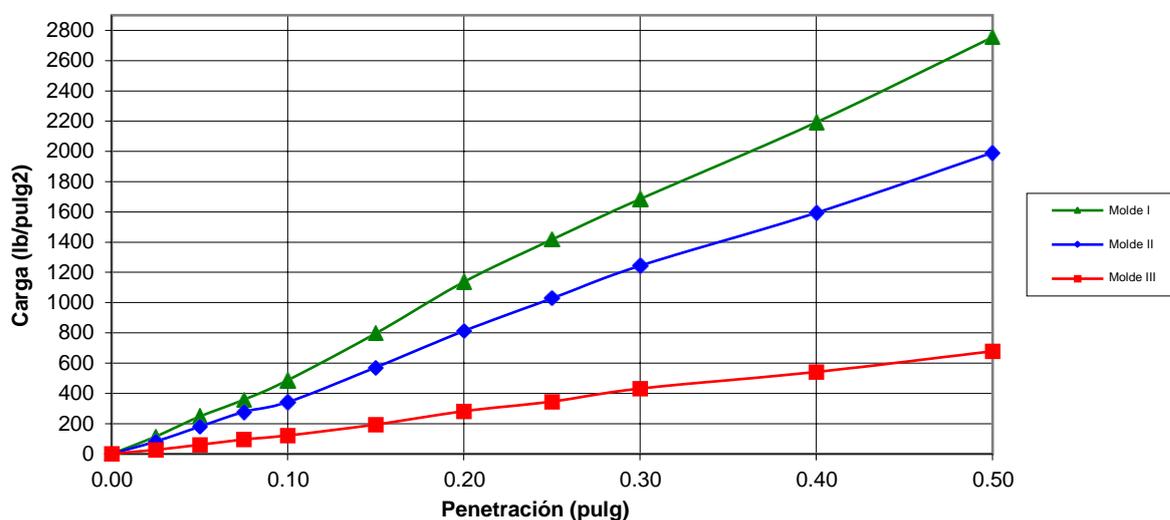
 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          00103</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

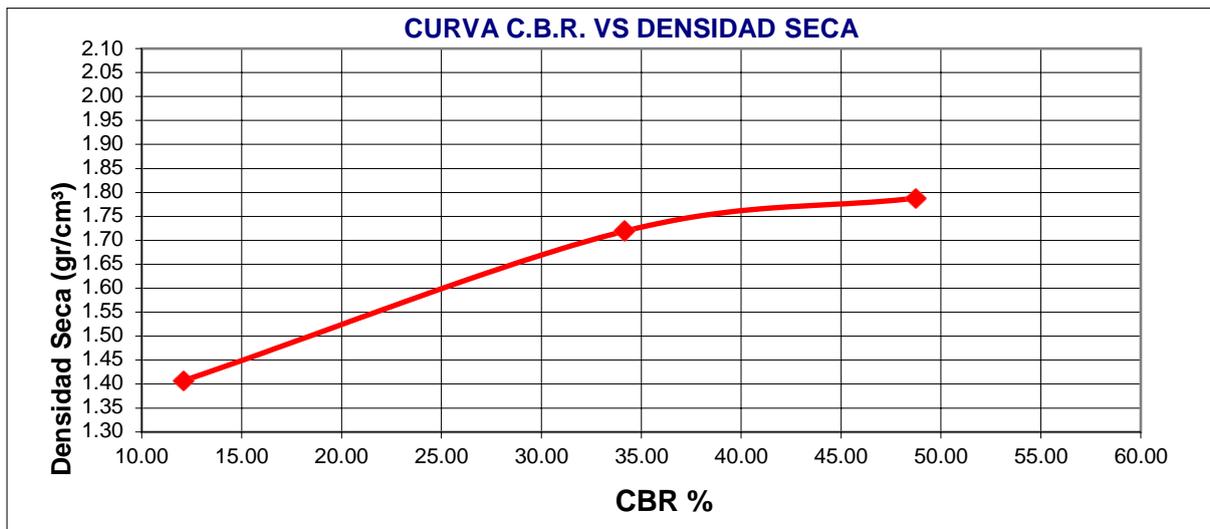
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		345.0	115	243.6	81	79.2	26
0.050		742.5	248	537.6	179	178.2	59
0.075		1072.5	358	831.6	277	283.8	95
0.100	1000	1462.5	488	1024.8	342	363.0	121
0.150		2392.5	798	1713.6	571	580.8	194
0.200	1500	3412.5	1138	2436.0	812	844.8	282
0.250		4252.5	1418	3082.8	1028	1036.2	345
0.300	1900	5055.0	1685	3729.6	1243	1293.6	431
0.400	2300	6577.5	2193	4779.6	1593	1623.6	541
0.500	2600	8265.0	2755	5972.4	1991	2032.8	678

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-00104</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>41.00 %</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>31.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-00105</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 03+20%**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**
**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.800
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.30

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19863.00	19607.00	18577.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15345.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4447.00	4262.00	3517.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.10	2.02	1.66

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	106.140	107.120	108.320	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	95.120	95.910	97.070	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	11.020	11.210	11.250
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	70.470	71.254	71.625
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	15.638	15.732	15.707
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.819	1.742	1.438

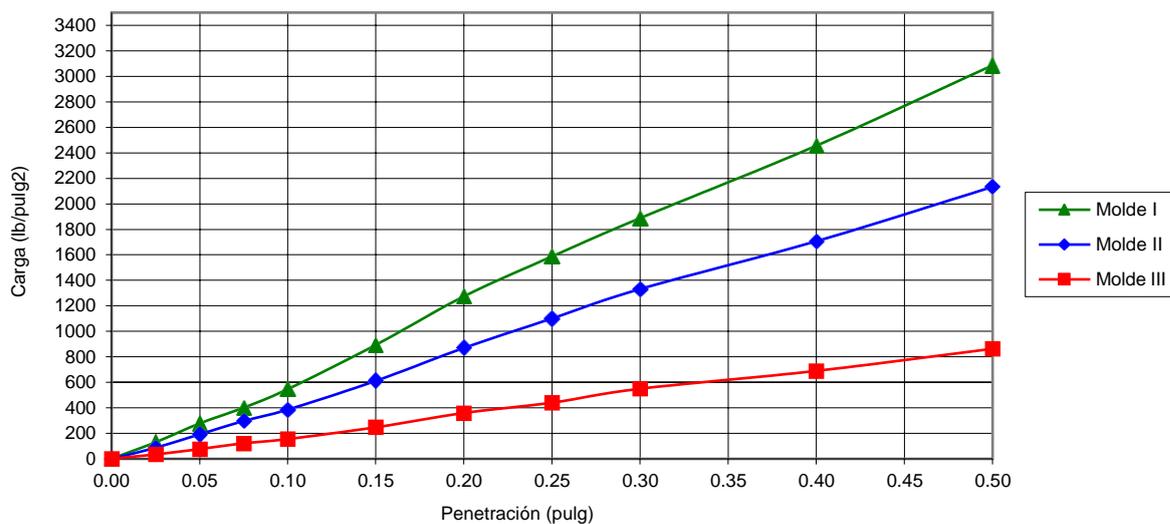
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          00106</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

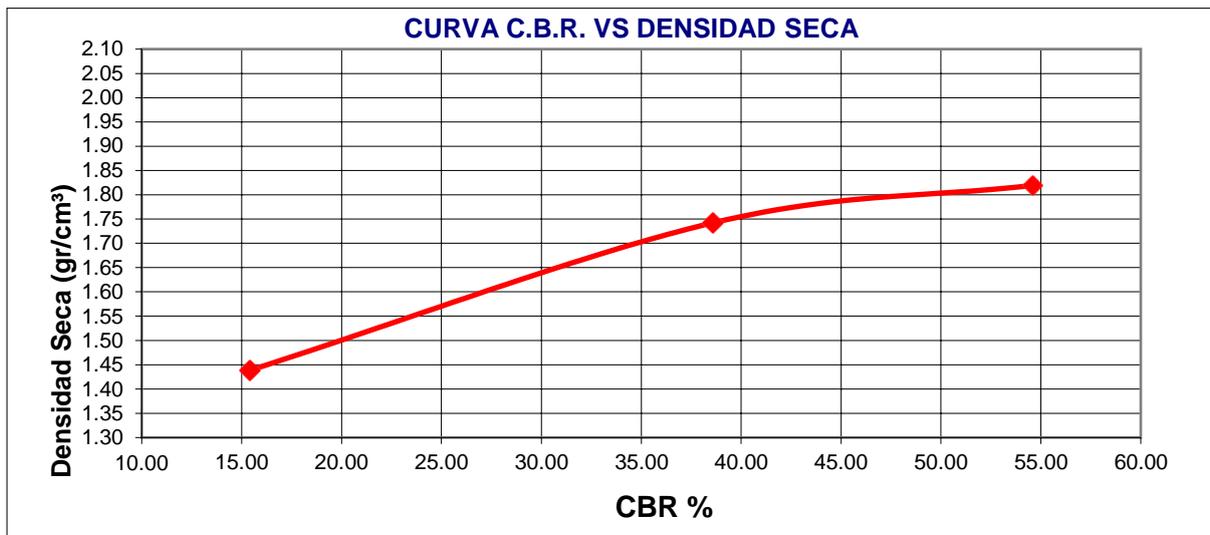
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		386.4	129	261.0	87	101.0	34
0.050		831.6	277	576.0	192	226.8	76
0.075		1201.2	400	891.0	297	361.2	120
0.100	1000	1638.0	546	1158.0	386	462.0	154
0.150		2679.6	893	1836.0	612	739.2	246
0.200	1500	3822.0	1274	2610.0	870	1075.2	358
0.250		4761.0	1587	3303.0	1101	1318.8	440
0.300	1900	5661.6	1887	3996.0	1332	1646.4	549
0.400	2300	7366.8	2456	5121.0	1707	2066.4	689
0.500	2600	9256.8	3086	6399.0	2133	2587.2	862

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-00107</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>50.00 %</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>37.00%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0108</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 03+25%**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**
**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.844
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.60

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19917.00	19673.00	18612.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15345.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4501.00	4328.00	3552.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.13	2.05	1.68

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	106.740	108.120	109.310	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	96.010	97.260	98.340	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	10.730	10.860	10.970
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	71.360	72.604	72.895
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	15.036	14.958	15.049
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.851	1.781	1.460

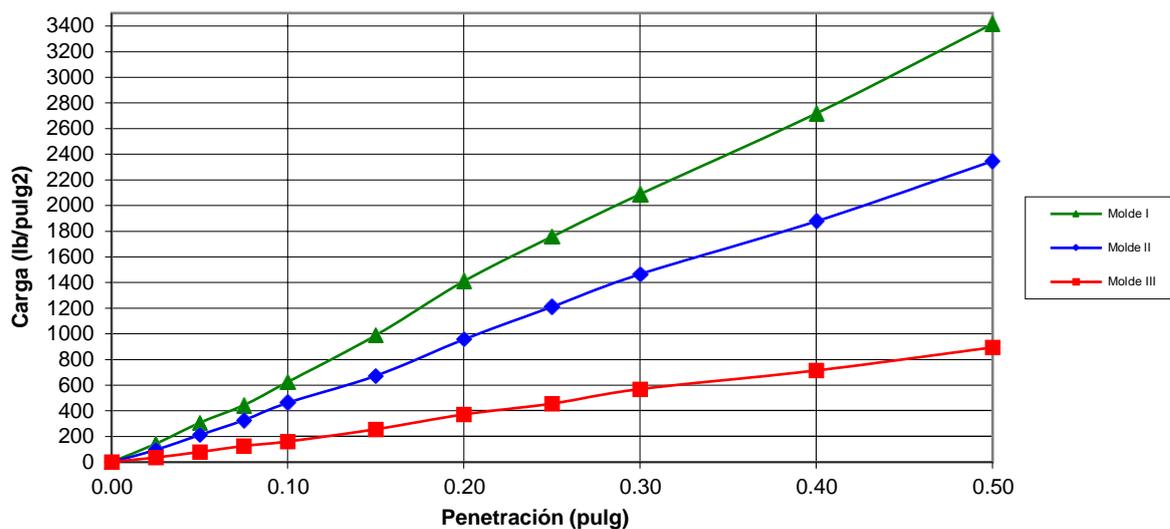
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0109</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

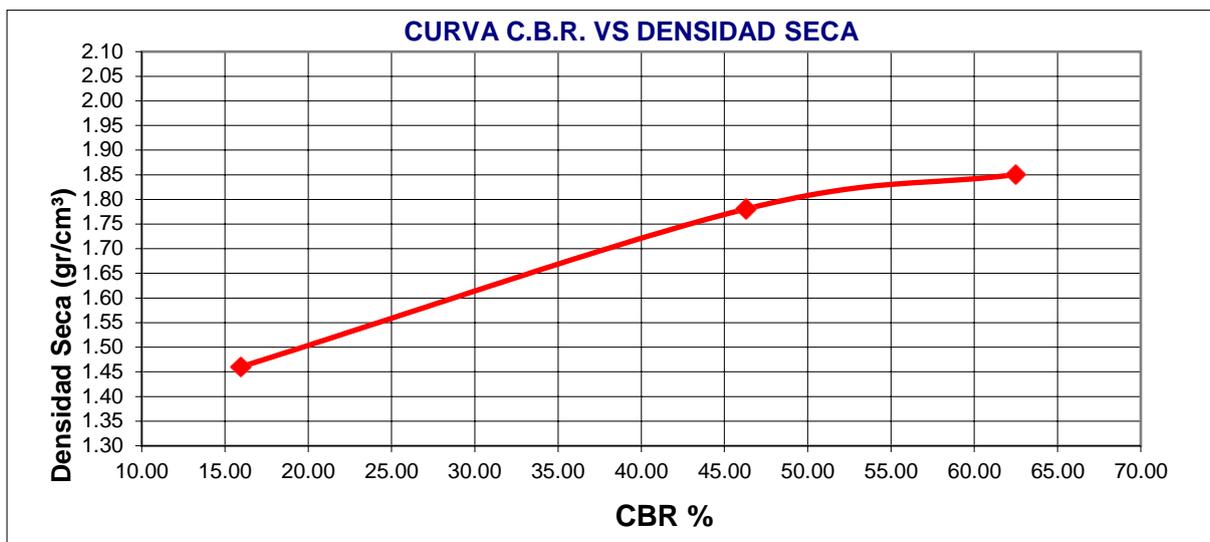
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		429.0	143	287.1	96	104.4	35
0.050		921.0	307	633.6	211	234.9	78
0.075		1332.0	444	980.1	327	374.1	125
0.100	1000	1875.0	625	1389.0	463	478.5	160
0.150		2967.0	989	2019.6	673	765.6	255
0.200	1500	4233.0	1411	2871.0	957	1113.6	371
0.250		5274.0	1758	3633.3	1211	1365.9	455
0.300	1900	6267.0	2089	4395.6	1465	1705.2	568
0.400	2300	8157.0	2719	5633.1	1878	2140.2	713
0.500	2600	10251.0	3417	7038.9	2346	2679.6	893

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0110</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :	<b>54.60%</b>
CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :	<b>43.70%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0111</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 08+15%**
**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)**
**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.809
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.80

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	19877.00	19806.00	18547.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15645.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4461.00	4161.00	3487.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.11	1.97	1.65

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	108.371	111.710	110.850	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	98.286	101.374	100.352	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	10.085	10.336	10.498
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	73.636	76.718	74.907
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.696	13.473	14.015
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.856	1.735	1.447

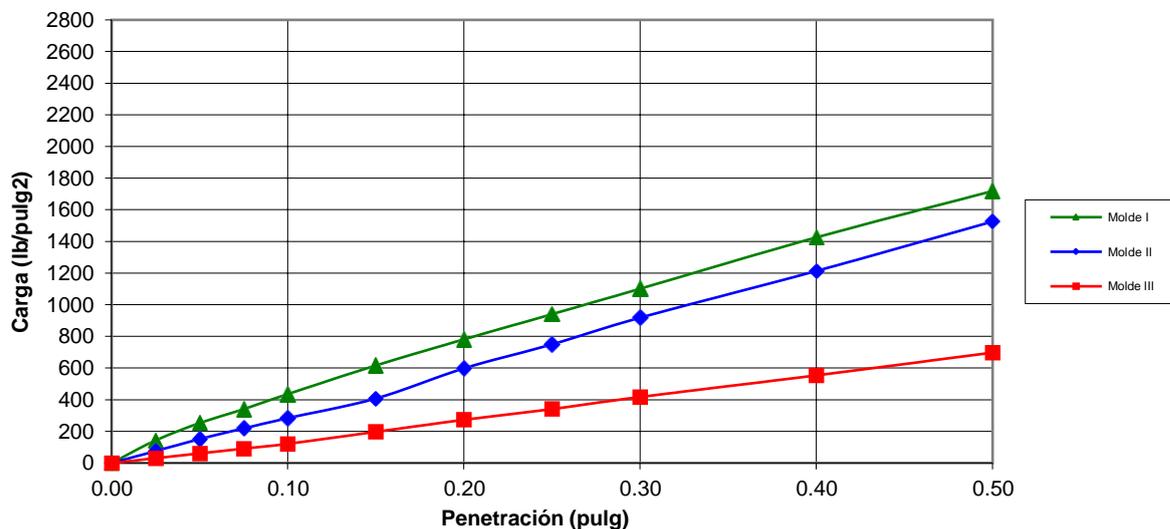
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          00112</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

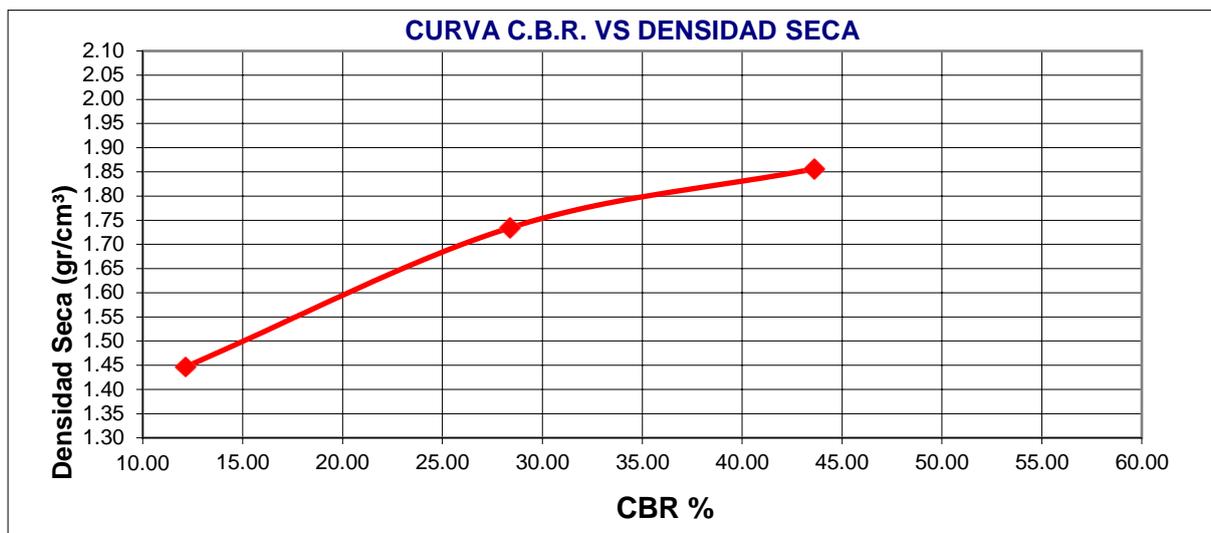
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		430.5	144	227.7	76	91.2	30
0.050		759.0	253	455.1	152	182.1	61
0.075		1023.0	341	657.6	219	273.3	91
0.100	1000	1308.0	436	852.0	284	364.2	121
0.150		1851.0	617	1224.0	408	591.9	197
0.200	1500	2346.0	782	1795.5	599	819.6	273
0.250		2823.0	941	2250.9	750	1024.8	342
0.300	1900	3306.0	1102	2756.7	919	1252.5	418
0.400	2300	4278.0	1426	3641.7	1214	1662.3	554
0.500	2600	5157.0	1719	4577.4	1526	2094.9	698

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-00113</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>36.80%</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>26.90%</b>

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          00114</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 08+20%**

<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)</b>
---------------------------------------------------------------

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.20

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]		19931.00	19862.00	18598.00
2	Peso del molde [gr]		15416.00	15645.00	15060.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4515.00	4217.00	3538.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.14	1.99	1.67

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]		24.650	24.656	25.445
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]		108.172	107.342	102.360
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]		97.814	97.020	92.481
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	10.358	10.322	9.879
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	73.164	72.364	67.036
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	14.157	14.264	14.737
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.871	1.746	1.459

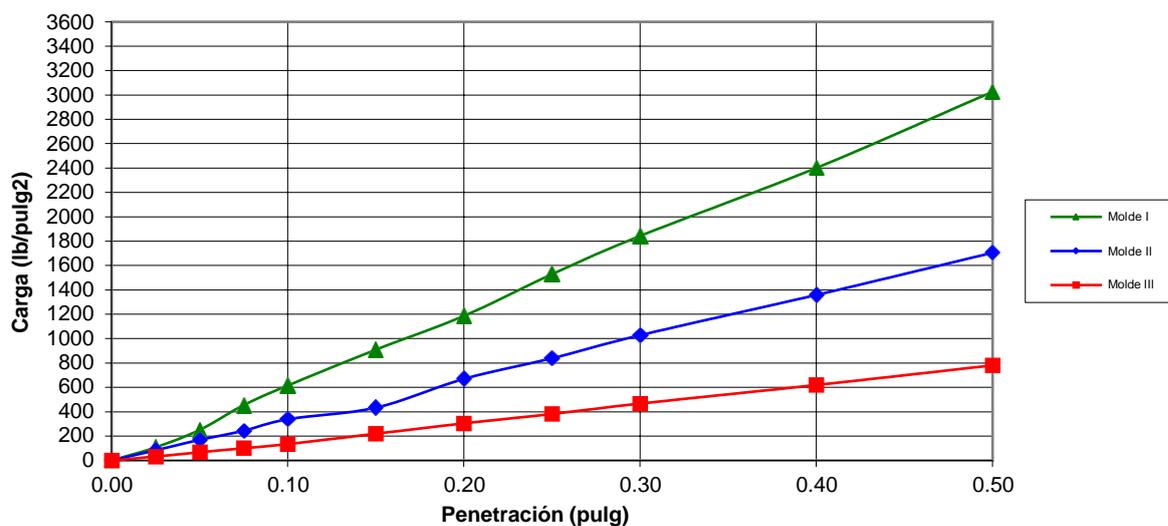
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          00115</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

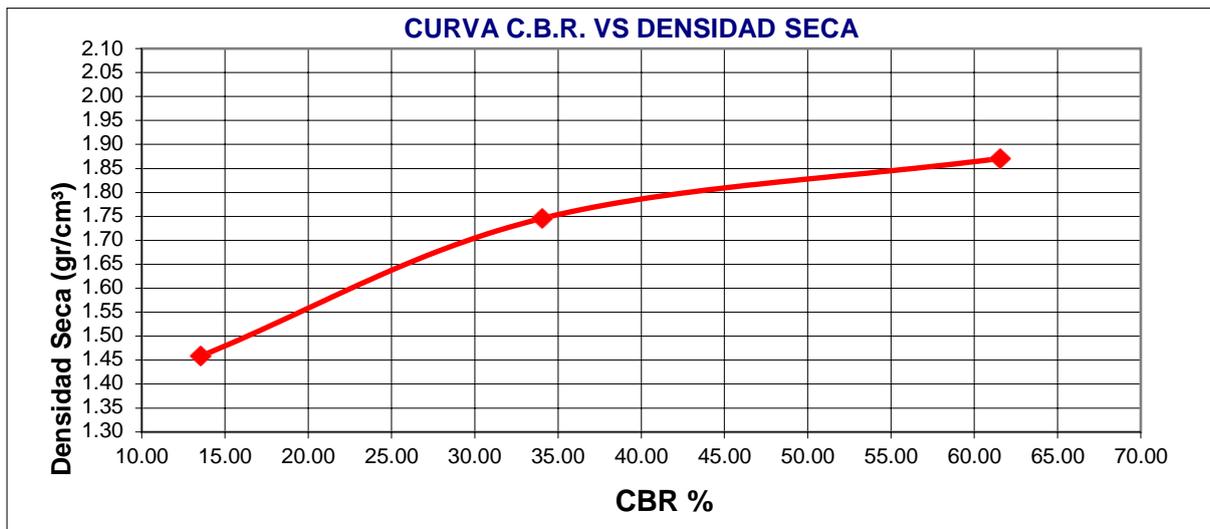
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		324.0	108	255.3	85	100.8	34
0.050		752.4	251	510.6	170	205.0	68
0.075		1364.4	455	735.9	245	305.8	102
0.100	1000	1846.8	616	1021.5	341	406.6	136
0.150		2728.8	910	1303.8	435	661.9	221
0.200	1500	3560.4	1187	2012.7	671	917.3	306
0.250		4586.4	1529	2520.0	840	1149.1	383
0.300	1900	5529.6	1843	3087.9	1029	1404.5	468
0.400	2300	7203.6	2401	4079.1	1360	1861.4	620
0.500	2600	9079.2	3026	5117.4	1706	2345.3	782

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


 <p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-00116</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>48.20 %</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>35.00%</b>

	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-0117</b>
	<b>CBR</b>	

**CALICATA 08+25%**

<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)</b>
---------------------------------------------------------------

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.879
Optimo Contenido de Humedad (%)	11.50

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	20006.00	19906.00	18633.00	
2	Peso del molde [gr]	15416.00	15645.00	15060.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	4590.00	4261.00	3573.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		2113.95	2113.95	2113.95
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.17	2.02	1.69

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	24.650	24.656	25.445	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	109.172	112.360	106.740	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	98.712	101.035	96.085	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	10.460	11.325	10.655
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	74.062	76.379	70.640
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	14.123	14.827	15.084
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100	1.903	1.755	1.469

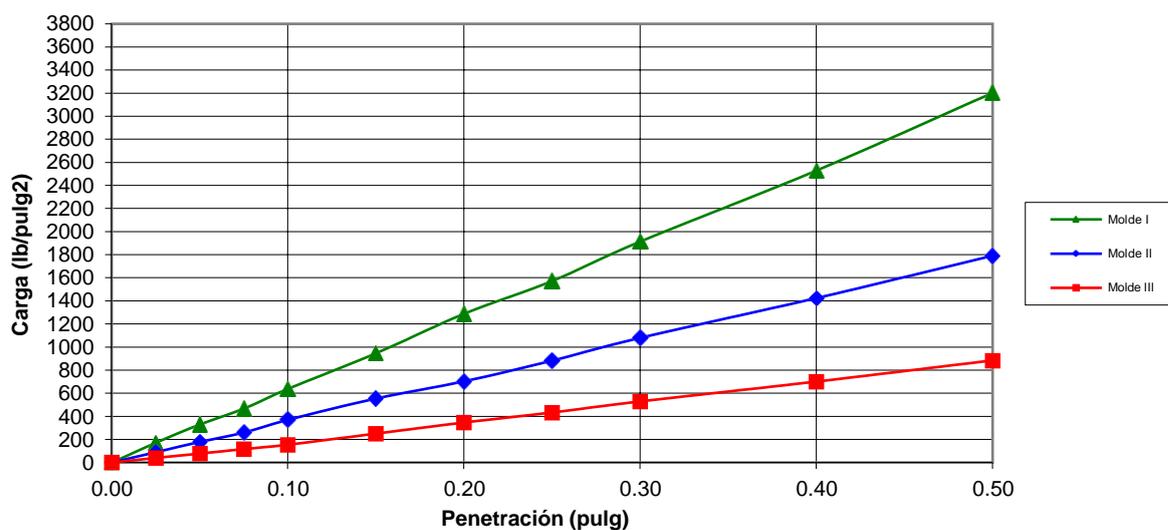
	<b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN          LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL          NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b>	<b>UPESCVNG-AG-          0118</b>
	<b>CBR</b>	

**c) Prueba de penetración**

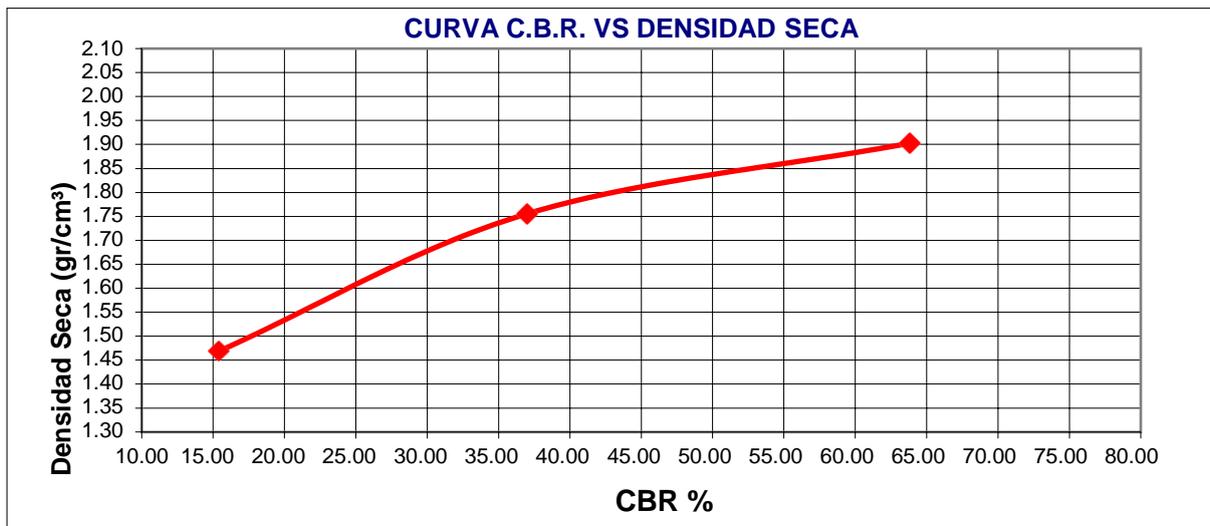
 Área del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

 Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = L / 3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		LECTURA	Presión	LECTURA	Presión	LECTURA	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		513.0	171	270.0	90	117.0	39
0.050		990.0	330	537.0	179	231.0	77
0.075		1401.0	467	780.0	260	348.0	116
0.100	1000	1914.0	638	1110.0	370	462.0	154
0.150		2841.0	947	1665.0	555	750.0	250
0.200	1500	3867.0	1289	2112.0	704	1038.0	346
0.250		4719.0	1573	2649.0	883	1299.0	433
0.300	1900	5745.0	1915	3243.0	1081	1587.0	529
0.400	2300	7590.0	2530	4275.0	1425	2103.0	701
0.500	2600	9609.0	3203	5376.0	1792	2652.0	884

**CURVA CARGA VS PENETRACION**


<p><b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</p>	<p><b>"EFECTOS EN EL USO DE POLIMEROS EN LA SUBRASANTE DEL CAMINO VECINAL NEPEÑA-LA GRAMA-2023"</b></p>	<p><b>UPESCVNG-AG-0119</b></p>
	<p><b>CBR</b></p>	



<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 100% MDS :</b>	<b>55.00%</b>
<b>CBR 0,1" DE PENETRACIÓN A 95% MDS :</b>	<b>40.00%</b>

## Anexo 03 – Certificados de calibración de equipos

Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI



### INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 093 – 23 B

SOLICITANTE : **CALIBRATEC S.A.C.**  
Av. Chillón .Lote 50B, Urb. Chacra Cerro,  
Comas, Lima  
Att.: Sr. Manuel Aliaga Torres

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: LOAD CELL  
Modelo: C3&CNH-1J  
Capacidad: 150 t  
N° serie: 2204313  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Código: LF-005  
N° serie: 210429044  
Resolución: 5 kg

FECHA : San Miguel, 19 de abril de 2023.



Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Av. Universitaria 1801, San Miguel  
T: 51-1 626-2000 anexo 4640  
ledi@pucp.pe  
[www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI



## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

CALIBRATEC S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el día 19 de abril de 2023.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : LOAD CELL
- Modelo : C3/CNH-1J
- N° serie : 2204313
- Capacidad : 150 t (nominal)

Indicador Digital : HIGH WEIGHT

- Código : LF-005
- N° serie : 210429044
- Resolución : 5 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 27 de junio de 2023.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, 200 t HP 200/200 FNr.: 300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS 841200425

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE 093-23 B



**Laboratorio de Estructuras  
Antisísmicas - LEDI**



Celda calibrada: LOAD CELL  
Modelo: C3&CNH-1J  
Indicador Digital: HIGH WEIGHT  
N° serie: 210429044

N° serie: 2204313  
Carga nominal=150 t  
Código: LF-005  
Resolución: 5 kg

**Celda patrón:** HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch6  
Informe de Calibración N° 2022-1 87747 de 17 de junio de 2022

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania  
Norma de referencia: ASTM E74-18  
Fecha calibración: 2023-04-19  
Ejecutores: M. Bernardo L. - S. Llanos I.

Patrón (kg)			INDICADOR DIGITAL HIGH WEIGHT (kg)		
10180.5	10179.6	10179.4	10215	10145	10110
20351.6	20349.9	20349.4	20350	20190	20220
30525.3	30522.8	30522.0	30485	30350	30390
40701.7	40698.4	40697.3	40680	40550	40590
50880.7	50876.6	50875.2	50835	50730	50775
61062.4	61057.5	61055.8	61065	60950	60965
71246.7	71240.9	71239.0	71250	71100	71090
81433.6	81427.0	81424.8	81455	81250	81315
91623.2	91615.8	91613.3	91660	91470	91500
99267.1	99259.1	99256.4	99255	99165	99175

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -31.1785258733  
B = 0.9975632447  
C = 0.0000000218

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 67.1 kg  
LLF = 161.2 kg  
U = 271 kg

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT  
La Incertidumbre expandida, para k=2, se ha calculado para 100000 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE: 093-23 B



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-M-003-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0226	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. PACIFICO NRO. 508 URB. BUENOS AIRES - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	CALIBRATEC 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.
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA DETERMINADORA DE HUMEDAD</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	GT 210	
N° de serie	5409	
Identificación	60220785-0009 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Capacidad máxima:	200 g	
División de escala (d)	0,001 g	
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Capacidad mínima	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2022-12-20	

Fecha de Emisión

2022-12-23



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/12/2022 11:57:28-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-M-003-2022**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

**6. Método de calibración:**

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones tomando como referencia el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

**7. Lugar de calibración**

En el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	26,2 °C
Humedad relativa	61 %	61 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0908-001-22

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Antes del ajuste indicaba 199,985 g)
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- (\*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-M-003-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C	Humedad	61,0 %	61,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>100,000 g</b>		<b>Carga L2</b>	<b>200,000 g</b>	
I	$\Delta L$	E	I	$\Delta L$	E
g	g	g	g	g	g
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
100,000	-	0,000	200,000	-	0,000
Dif Máx. Encontrada	0,000		Dif Máx. Encontrada	0,000	
EMP	0,020		EMP	0,020	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final				
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C	Humedad	61,0 %	61,0 %				
Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$		Determinación del Error Corregido $E_c$						
	C. mínima	I	$\Delta L$	$E_0$	Carga L	I	$\Delta L$	E	$E_c$
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		0,010	-	0,000	60,000	-	0,000	0,000	0,000
2		0,010	-	0,000	60,000	-	0,000	0,000	0,000
3	0,010	0,010	-	0,000	60,000	-	0,000	0,000	0,000
4		0,010	-	0,000	60,000	-	0,000	0,000	0,000
5		0,010	-	0,000	60,000	-	0,000	0,000	0,000
Error máximo permitido ( $\pm$ )									0,020

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-M-003-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	26,2 °C	Humedad	61,0 %	61,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub>	0,010	0,010	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
0,100	0,100	-	0,000	0,000	0,100	-	0,000	0,000	0,010
2,000	2,000	-	0,000	0,000	2,000	-	0,000	0,000	0,010
3,000	3,000	-	0,000	0,000	3,000	-	0,000	0,000	0,010
4,000	4,000	-	0,000	0,000	4,000	-	0,000	0,000	0,010
5,000	5,000	-	0,000	0,000	5,000	-	0,000	0,000	0,010
10,000	10,000	-	0,000	0,000	10,000	-	0,000	0,000	0,010
50,000	50,000	-	0,000	0,000	50,000	-	0,000	0,000	0,010
100,000	100,000	-	0,000	0,000	100,000	-	0,000	0,000	0,020
150,000	150,000	-	0,000	0,000	150,000	-	0,000	0,000	0,020
200,000	200,000	-	0,000	0,000	200,000	-	0,000	0,000	0,020

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00000016667 \text{ g}^2 + 0,0000000030016 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000018609 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. Incertidumbre

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

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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Página 7 de 7

### FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

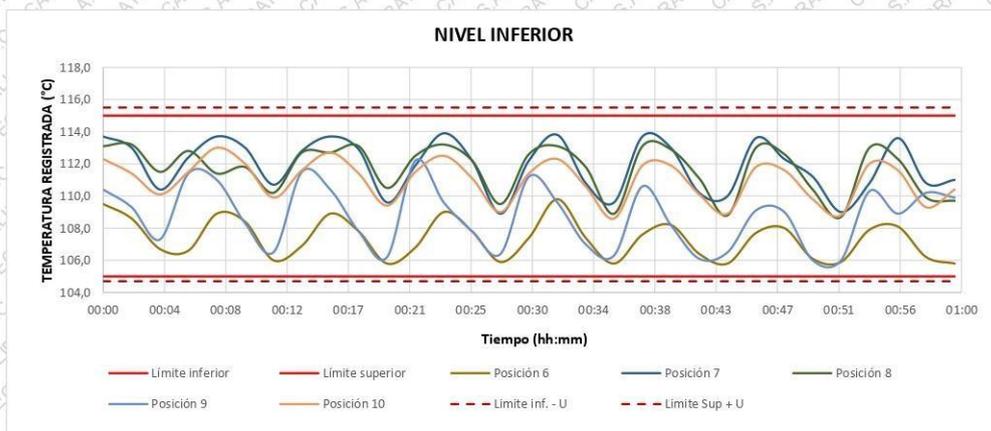
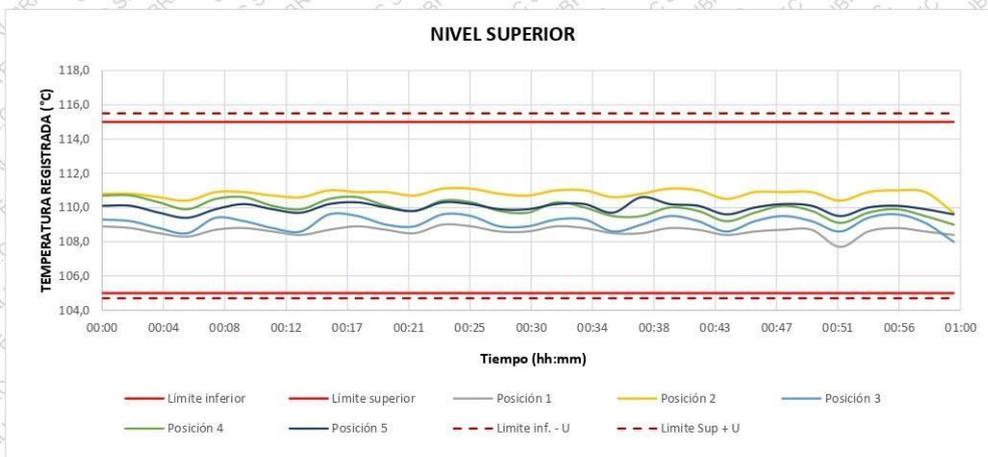
RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ ventascalibratec@gmail.com  
📍 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

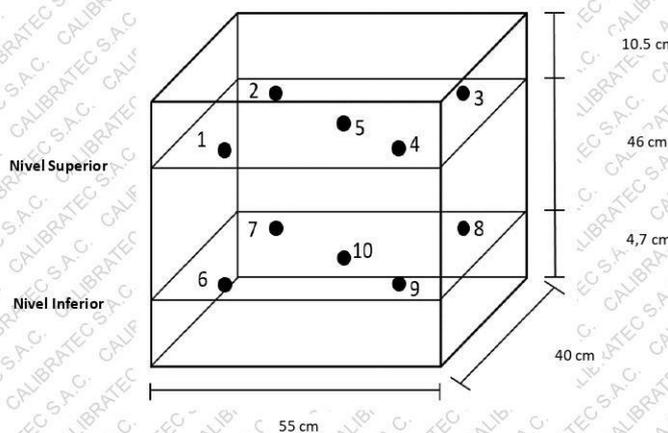
## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 6 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

#### Incertidumbre

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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	113,9	0,3
Mínima Temperatura medida	105,8	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6,2	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,6	0,2
Estabilidad medida	3,1	0,05
Uniformidad medida	6,2	0,4

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,6 °C

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

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

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

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☑ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☑ ventascalibratec@gmail.com  
☑ CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente:** 0226
- Solicitante:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
- Dirección:** AV PACIFICO NRO 50B URB. BUENOS AIRES - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
- Equipo:** HORNO  
**Marca:** MEMMERT  
**Modelo:** UM-500  
**N° de serie:** B594.0432  
**Procedencia:** No indica  
**Identificación:** No indica  
**Ubicación:** Laboratorio de Mecánica de Suelos

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

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

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

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

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

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	10 °C a 200 °C	No indica
Resolución	10 °C	1 °C
Tipo	Análogo	Digital

- Fecha de calibración** 2022-12-20

Fecha de Emisión

2022-12-26



Firmado digitalmente por:  
BARTOLO CHUQUIBALA JUAN  
CARLOS FIR 42443885 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 26/12/2022 18:18:56-0500

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ ventascalibratec@gmail.com  
📍 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-007-2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

### 6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,6 °C	25,9 °C
Humedad relativa	58 %	57 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,18	LT-1111-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración deénde del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizo algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos y una bandeja de metal sin muestras.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	22,9 °C	23,0 °C		74,0 %	74,0 %

Carga L1		1 000,003 g	
l	ΔL	E	
g	g	g	
1 000,00	0,060	-0,058	
1 000,00	0,007	-0,005	
1 000,00	0,007	-0,005	
1 000,00	0,009	-0,007	
1 000,00	0,008	-0,006	
1 000,00	0,007	-0,005	
1 000,00	0,006	-0,004	
1 000,00	0,006	-0,004	
999,99	0,005	-0,013	
1 000,00	0,007	-0,005	
Dif Máx. Encontrada		0,054	
EMP		0,20	

Carga L2		1 999,997 g	
l	ΔL	E	
g	g	g	
2 000,00	0,007	0,001	
2 000,00	0,008	0,000	
2 000,00	0,006	0,002	
2 000,00	0,007	0,001	
2 000,00	0,007	0,001	
2 000,00	0,006	0,002	
2 000,00	0,008	0,000	
2 000,00	0,007	0,001	
2 000,00	0,007	0,001	
2 000,00	0,009	-0,001	
Dif Máx. Encontrada		0,003	
EMP		0,20	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

		Inicial	Final			Inicial	Final
3	4	23,0 °C	23,5 °C	Humedad	72,0 %	72,0 %	
2	5						

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		0,10	0,008	-0,003	699,99	0,008	-0,014	-0,011	
2		0,10	0,008	-0,003	700,00	0,007	-0,003	0,000	
3	0,100	0,10	0,008	-0,003	700,00	0,006	-0,002	0,001	
4		0,10	0,009	-0,004	699,99	0,006	-0,012	-0,008	
5		0,10	0,007	-0,002	699,99	0,008	-0,014	-0,012	
Error máximo permitido ( ± )									0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	24,2 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g	
	l g	ΔL g	E g	Ec g	l g	ΔL g	E g	Ec g		
E <sub>0</sub>	0,100	0,10	0,007	-0,002						
	0,500	0,50	0,007	-0,002	0,000	0,50	0,008	-0,003	-0,001	0,10
	10,000	10,00	0,006	-0,001	0,001	10,00	0,008	-0,003	-0,001	0,10
	50,000	50,00	0,008	-0,003	-0,001	50,00	0,007	-0,002	0,000	0,10
	100,000	100,00	0,007	-0,002	0,000	100,00	0,006	-0,001	0,001	0,10
	500,001	500,00	0,006	-0,002	0,000	500,00	0,005	-0,001	0,001	0,10
	1 000,003	1 000,00	0,006	-0,004	-0,002	1 000,00	0,007	-0,005	-0,003	0,20
	1 200,004	1 200,00	0,005	-0,004	-0,002	1 200,00	0,004	-0,003	-0,001	0,20
	1 500,004	1 500,00	0,007	-0,006	-0,004	1 500,00	0,004	-0,003	-0,001	0,20
	1 800,004	1 800,00	0,008	-0,007	-0,005	1 800,00	0,006	-0,005	-0,003	0,20
	2 099,997	2 100,00	0,007	0,001	0,003	2 100,00	0,007	0,001	0,003	0,30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

l: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00029471 \text{ g}^2 + 0,00000000033102 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000013826 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. Incertidumbre

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

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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0226	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
3. Dirección	AV. PACIFICO NRO.508 URB. BUENOS AIRES - ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	CALIBRATEC 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.
Marca	OHAUS	
Modelo	PAJ2102	
N° de serie	B624622760	
Identificación	60220686-0028 (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	China	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad máxima:	2100 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Capacidad mínima	0,5 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2022-12-20	

Fecha de Emisión

2022-12-23



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20/12/2022 11:55:50-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-071-2022

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPÍ

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	24,2 °C
Humedad relativa	74 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0908-001-22
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-0938-001-22

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Antes del ajuste indicaba 2099,2 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- (\*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf						kgf	kgf
10	10000	9951,6	9956,6	9981,6	--	--	9963,3	36,7
20	20000	19978,7	19998,7	20018,7	--	--	19998,7	1,3
30	30000	30005,2	29995,2	29965,3	--	--	29988,6	11,4
40	40000	40006,2	40016,2	40026,1	--	--	40016,2	-16,2
50	50000	49991,5	50001,5	50021,5	--	--	50004,8	-4,8
60	60000	59986,1	60001,1	60011,1	--	--	59999,4	0,6
70	70000	70010,1	70055,2	70045,2	--	--	70036,8	-36,8
80	80000	80063,6	80083,6	80063,6	--	--	80070,2	-70,2
90	90000	90101,4	90126,4	90136,4	--	--	90121,4	-121,4
100	100000	100148,5	100133,5	100148,5	--	--	100143,5	-143,5

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	10000	0,37	0,30	--	0,10	--	1,39
20	20000	0,01	0,20	--	0,05	--	0,74
30	30000	0,04	0,13	--	0,03	--	0,54
40	40000	-0,04	0,05	--	0,03	--	0,44
50	50000	-0,01	0,06	--	0,02	--	0,39
60	60000	0,00	0,04	--	0,02	--	0,36
70	70000	-0,05	0,06	--	0,01	--	0,34
80	80000	-0,09	0,02	--	0,01	--	0,33
90	90000	-0,13	0,04	--	0,01	--	0,32
100	100000	-0,14	0,01	--	0,01	--	0,31

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f<sub>0</sub>) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CALIBRATEC S.A.C.**  
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-038-2023**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 4 de 4

**12. Incertidumbre**

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

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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-038-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente 0073
2. Solicitante ICCSA INGENIEROS S.A.C.
3. Dirección JR. JOSE MARIA ARGUEDAS MZA. E LOTE. 9 URB. BELLAMAR (FTE. AL COLEGIO ABELARDO QUIÑONES) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
4. Instrumento calibrado **MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)**  
Marca PERUTEST  
Modelo PC-1000  
N° de serie 1114  
Identificación No indica  
Procedencia Perú  
Intervalo de indicación 0 kgf a 100000 kgf  
Resolución 10 kgf  
Clase de exactitud No indica  
Modo de fuerza Compresión
5. Fecha de calibración 2023-04-21

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-04-22



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/04/2023 09:42:54-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CA-F-038-2023**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 4

**6. Método de calibración**

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de materiales de ICCSA INGENIEROS S.A.C. ubicado en Urb. Bellamar Mz J Lt 05 - Nuevo Chimbote.

**8. Condiciones de calibración**

	Inicial	Final
Temperatura	27,3 °C	27,3 °C
Humedad relativa	61 %	61 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AT-1704-2022



Expediente N° 1A04485  
Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-06-17

- 1. Solicitante** : CALIBRATEC S.A.C.
- 2. Dirección** : Av. Chillón Lote 50B Urb. Chacra Cerro - Comas - Lima - Lima
- 3. Instrumento calibrado** : **MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (TERMOHIGRÓMETRO)**  
  
**Marca / Fabricante** : BOECO  
**Identificación** : LT-004 (\*)  
**Serie** : 170719424  
**Modelo** : HTC-8  
**Intervalo de indicación** : IN: -50 °C a 70 °C / OUT: -50 °C a 70 °C  
10 % H.R. a 99 % H.R.  
**Resolución** : IN: 0,1 °C / OUT: 0,1 °C  
1 % H.R.  
**Procedencia** : Alemania  
**Ubicación** : No indica
- 4. Lugar de calibración** : En el Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
- 5. Fecha de calibración** : Del 2022-06-16 al 2022-06-17
- 6. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa según el PC-MT-002 Rev. 00 "Procedimiento para Calibración de Medidores de Humedad y/o Temperatura" de METROIL S.A.C.
- 7. Trazabilidad**

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-479	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,7 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-051-2022 / INACAL - DM
IT-480	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,5 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-052-2022 / INACAL - DM
IT-481	Termohigrómetro con incertidumbre del Orden desde 0,5 %H.R. a 1,5 %H.R.	LH-048-2022 / INACAL - DM
IT-595	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,06 °C	1AT-0197-2022 / METROIL S.A.C.
IT-596	Termómetro digital con incertidumbre del Orden de 0,06 °C	1AT-0198-2022 / METROIL S.A.C.

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.

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.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

**LUIS D. CAJAVILCA CUTIMANCO**  
Laboratorio de Calibración

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739  
**Consulta Técnica:** (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA  
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

Certificado de Calibración N° 1AT-1704-2022  
Página 2 de 2

#### 8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicial : 19,8 °C Final : 21,8 °C  
Humedad relativa : Inicial : 60,4 % H.R. Final : 68,6 % H.R.

#### 9. Resultados

##### PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (Tipo IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (°C)
14,8	0,2	15,0	0,3
21,7	0,3	22,0	0,3
29,5	0,5	30,0	0,3

Temperatura Convencionalmente Verdadera ( TCV ) = Indicación del termómetro + Corrección

##### PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%H.R.)	CORRECCIÓN (%H.R.)	HRCV (%H.R.)	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (%H.R.)
37	-2,0	35,0	2,8
58	2,0	60,0	2,8
91	-1,0	90,0	2,8

Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (HRCV) = Indicación del higrómetro + Corrección

#### 10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", con identificación N° 1AMA-07133-22.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO

#### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739  
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

## Anexo 04 – Panel fotográfico

**Figura 10** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 01



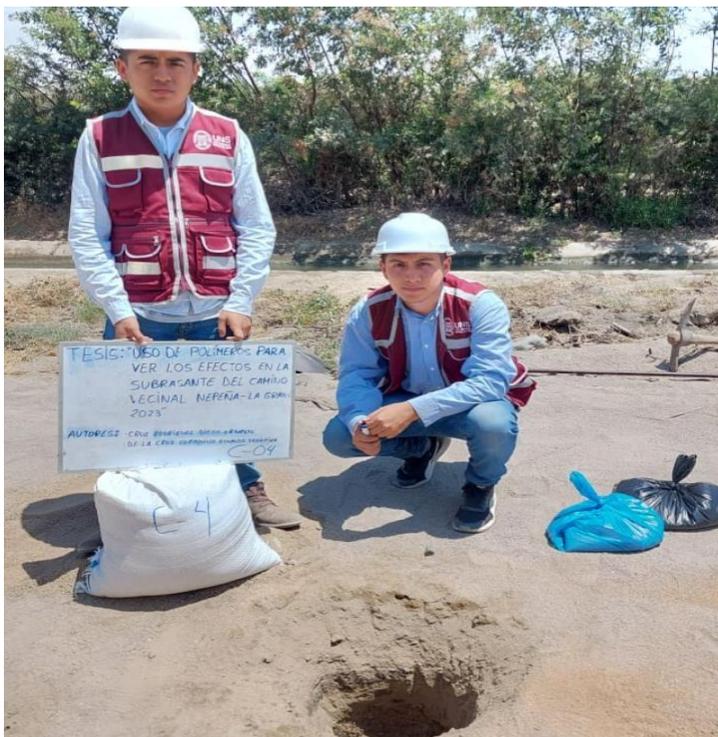
**Figura 11** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 02



**Figura 12** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 03



**Figura 13** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 04



**Figura 14** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 05



**Figura 15** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 06



**Figura 16** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 07



**Figura 17** Excavación y obtención de muestras de suelo de la calicata 08



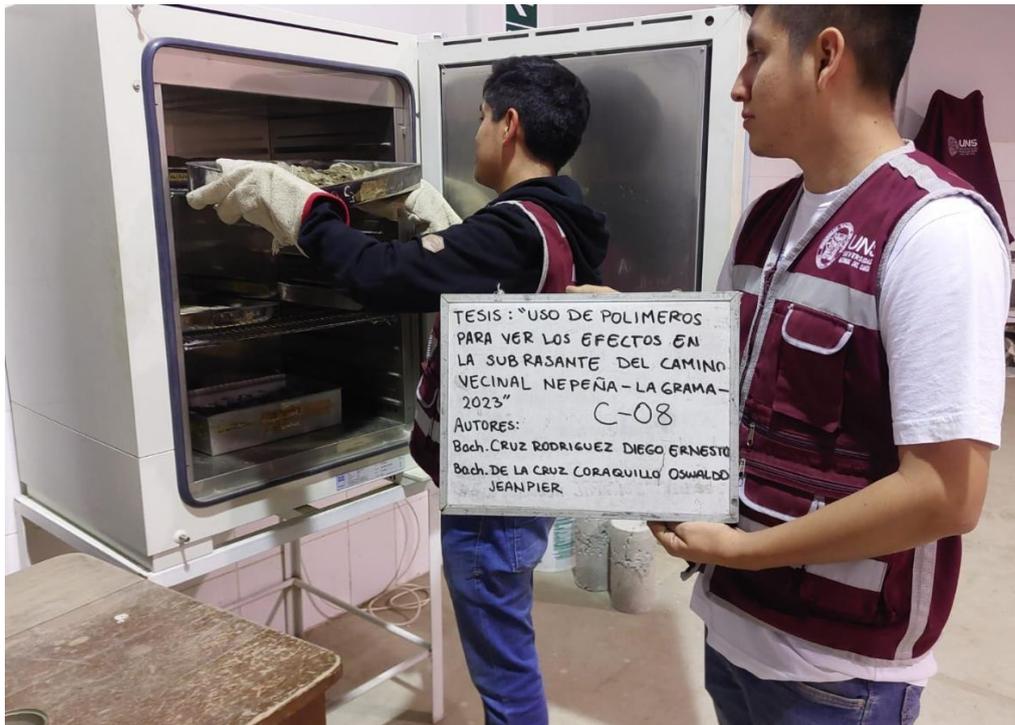
**Figura 18** Selección de las muestras de suelos de la calicata 01



**Figura 19** Cuarteo de las muestras de suelos de la calicata 01



**Figura 20** Ensayo para determinar el contenido de humedad de las muestras de suelos de la C-08



**Figura 21** Ensayo para determinar los límites de consistencia de las muestras de suelos de la C-03



**Figura 22** Ensayo para determinar la granulometría de las muestras de suelos de la calicata 05



**Figura 23** Ensayo para determinar los límites de consistencia de las muestras de suelos de la calicata 07



**Figura 24** Ensayo para determinar la máxima densidad seca y humedad óptima de las muestras de suelos de la calicata 04



## Anexo 05 – Análisis estadístico con SPSS

DATASET NAME Conjunto\_de\_datos1 WINDOW=FRONT.

ONEWAY Porcentaje\_CBR BY Estabilizante\_polimerico

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

### ANOVA de un factor

#### Notas

Resultados creados		20-JUN-2024 01:24:23
Comentarios		
	Datos	C:\Users\ \Documents\base de datos tesis estabilizante polimerico200624.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
Entrada	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	12
	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
Tratamiento de los valores perdidos	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis. ONEWAY Porcentaje_CBR BY Estabilizante_polimerico /STATISTICS DESCRIPTIVES /PLOT MEANS /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Sintaxis		
	Tiempo de procesador	00:00:00.89
Recursos	Tiempo transcurrido	00:00:00.65

Descriptivos

Porcentaje\_CBR

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo
					Límite inferior	Límite superior	
0.0%	3	16,0333	4,11380	2,37510	5,8141	26,2526	12,40
15%	3	35,0667	2,91433	1,68259	27,8271	42,3063	31,80
20%	3	38,7667	3,29292	1,90117	30,5866	46,9467	35,00
25%	3	41,8333	3,66652	2,11686	32,7252	50,9415	37,60
Total	12	32,9250	10,91122	3,14980	25,9923	39,8577	12,40

Descriptivos

Porcentaje\_CBR

	Máximo
0.0%	20,50
15%	37,40
20%	41,10
25%	44,00
Total	44,00

ANOVA de un factor

Porcentaje\_CBR

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1210,196	3	403,399	32,465	,000
Intra-grupos	99,407	8	12,426		
Total	1309,603	11			

## Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Porcentaje\_CBR

HSD de Tukey

(I) Estabilizante_polimerico	(J) Estabilizante_polimerico	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
0.0%	15%	-19,03333*	2,87817	,001
	20%	-22,73333*	2,87817	,000
	25%	-25,80000*	2,87817	,000
15%	0.0%	19,03333*	2,87817	,001
	20%	-3,70000	2,87817	,596
	25%	-6,76667	2,87817	,165
20%	0.0%	22,73333*	2,87817	,000
	15%	3,70000	2,87817	,596
	25%	-3,06667	2,87817	,718
25%	0.0%	25,80000*	2,87817	,000
	15%	6,76667	2,87817	,165
	20%	3,06667	2,87817	,718

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Porcentaje\_CBR

HSD de Tukey

(I) Estabilizante_polimerico	(J) Estabilizante_polimerico	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
0.0%	15%	-28,2503*	-9,8164
	20%	-31,9503*	-13,5164
	25%	-35,0169*	-16,5831
15%	0.0%	9,8164*	28,2503
	20%	-12,9169	5,5169
	25%	-15,9836	2,4503
20%	0.0%	13,5164*	31,9503
	15%	-5,5169	12,9169
	25%	-12,2836	6,1503
25%	0.0%	16,5831*	35,0169
	15%	-2,4503	15,9836
	20%	-6,1503	12,2836

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos

Porcentaje\_CBR

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Estabilizante_polimerico	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0.0%	3	16,0333	
15%	3		35,0667
20%	3		38,7667
25%	3		41,8333
Sig.		1,000	,165

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

## Gráfico de las medias

