

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para  
mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento  
rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Nieder Daniel ESPINOZA FALCON**

**Asesor:**

**Mg. José German RAMIREZ MEDRANO**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para  
mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento  
rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA  
PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, gracias por El apoyo y amor incondicional.

A todas las personas que estuvieron durante el proyecto de vida universitaria que  
tuve.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a mis padres y hermanos quienes estuvieron conmigo en todo momento durante la vida universitaria brindando todo el apoyo que necesite para conseguir mi meta.

Y seguidamente agradecer infinitamente a los todos los docentes quienes con toda su dedicación me impartieron todos los conocimientos y valores que adquirí como son; la disciplina, el trabajo y lo más importa el respeto por todas las personas.

## **RESUMEN**

En esta investigación se ha abordado el problema de la estructura de la base en la construcción de pavimentos, analizando la influencia de diferentes variables independientes, como el contenido de humedad, la granulometría, los límites de Atterberg y la densidad de los suelos, en la formación de dicha estructura. En el marco teórico se ha profundizado en los conceptos clave relacionados con la construcción de pavimentos, la estructura de la base y las variables que influyen en ella. Se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva para fundamentar la investigación y establecer la base teórica necesaria. En la metodología se ha explicado detalladamente el tipo de investigación, el diseño, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las técnicas de procesamiento y análisis de datos. Todo ello ha permitido llevar a cabo una investigación rigurosa y científica. En los resultados y discusión se han presentado y analizado los datos obtenidos a través de la recolección de información, donde se han establecido las relaciones entre las variables independientes y la estructura de la base. También se han discutido las implicaciones y las limitaciones de la investigación. Por último, en las conclusiones y recomendaciones se han resumido los hallazgos más relevantes de la investigación y se han ofrecido sugerencias para futuras investigaciones. En definitiva, esta investigación ha permitido profundizar en el conocimiento de las variables que influyen en la estructura de la base en la construcción de pavimentos, contribuyendo al desarrollo de nuevas estrategias y tecnologías para mejorar la calidad y durabilidad de los pavimentos.

Palabras clave: Pavimentos, Suelos y Mecánica de suelos

## **ABSTRACT**

In this research, the problem of the base structure in the construction of pavements has been addressed, analyzing the influence of different independent variables, such as moisture content, granulometry, Atterberg limits and soil density, on the formation of this structure. In the theoretical framework, the key concepts related to the construction of pavements, the structure of the base and the variables that influence it have been deepened. An exhaustive bibliographical review has been carried out to support the research and establish the necessary theoretical base. In the methodology, the type of research, design, population and sample, data collection techniques and instruments, as well as data processing and analysis techniques have been explained in detail. All of this has allowed rigorous and scientific research to be carried out. In the results and discussion, the data obtained through the collection of information have been presented and analyzed, where the relationships between the independent variables and the structure of the base have been established. The indications and limitations of the research have also been discussed. Finally, in the conclusions and recommendations, the most relevant findings of the research have been summarized and suggestions for future research have been offered. In short, this research has allowed us to deepen our knowledge of the variables that influence the structure of the base in the construction of pavements, contributing to the development of new strategies and technologies to improve the quality and durability of pavements.

Keywords: Pavements, Soils and Soil Mechanics

## INTRODUCCIÓN

La construcción de pavimentos es una actividad crucial para el desarrollo de infraestructura vial en cualquier país. Sin embargo, la calidad de estos pavimentos depende en gran medida de la estructura de la base, la cual se encuentra directamente en contacto con el suelo. Por esta razón, es fundamental conocer las propiedades y características de los suelos utilizados en la construcción de pavimentos.

El contenido de humedad, granulometría, los límites de Atterberg y la densidad son variables que pueden afectar la estructura de la base en la construcción de pavimentos. Por lo tanto, es necesario investigar cómo estas variables influyen en la resistencia y la capacidad de soporte de la base, con el fin de diseñar pavimentos más duraderos y seguros.

En este contexto, el presente estudio se propone analizar la relación entre estas variables y la estructura de la base en la construcción de pavimentos. Para ello, se llevará a cabo una investigación que contemple una revisión exhaustiva de la literatura, así como una evaluación empírica utilizando técnicas de muestreo y análisis de suelos. Los resultados de este estudio permitirán obtener información valiosa para la toma de decisiones en el diseño y construcción de pavimentos, contribuyendo así al desarrollo de infraestructura vial más resistente y segura.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
INDICE DE TABLAS	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas Específicos.....	4
1.4. Formulación de objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	8
2.1.1. Antecedente y pre proyecto de investigación 1.....	8
2.1.2. Antecedente y pre proyecto de investigación 2.....	9
2.1.3. Antecedente y pre proyecto de investigación 3.....	10
2.1.4. Antecedente y pre proyecto de investigación 4.....	10



2.2. Bases teóricas – científicas .....	11
2.2.1. Influencia de las condiciones atmosféricas en la ejecución de pavimentos rígidos.....	11
2.2.2. Colocación de concreto en tiempo cálido .....	12
2.2.3. Colocación del concreto en tiempo de lluvia .....	12
2.2.4. Pavimento .....	13
2.2.5. Consideraciones del clima en los métodos de diseño de pavimento rígido.....	15
2.2.6. Estado del arte de la estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos.....	18
2.2.7. Propiedades y características del cloruro de sodio como agente estabilizador de suelos.....	19
2.2.8. Influencia de la humedad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio.....	21
2.2.9. Análisis de la granulometría de suelos estabilizados con cloruro de sodio.....	22
2.2.10. Estudio de los límites de Atterberg en suelos estabilizados con cloruro de sodio.....	24
2.2.11. Efectos de la densidad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio.....	25
2.2.12. Comparativa entre diferentes métodos de estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos. ....	26
2.2.13. Casos de éxito en la estabilización de suelos con cloruro de sodio para la construcción de pavimentos rígidos. ....	28
2.2.14. Evaluación de la durabilidad y resistencia de pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio.....	29
2.2.15. Tendencias y perspectivas de la estabilización de suelos con cloruro de sodio en la construcción de pavimentos rígidos. ....	31

2.2.16. Clasificación de suelos .....	32
2.2.17. Normatividad técnica peruana .....	36
2.2.18. Dosificación del cloruro de sodio .....	36
2.2.19. Estabilización de suelos para pavimentos .....	37
2.2.20. Norma para la estabilización de suelos mediante el uso de cloruro de sodio .....	39
2.3. Definición de términos básicos .....	40
2.4. Formulación de hipótesis.....	41
2.4.1. Hipótesis general.....	41
2.4.2. Hipótesis Especifica .....	41
2.5. Identificación de variables .....	42
2.5.1. Variable Independiente.....	42
2.5.2. Variable dependiente.....	42
2.5.3. Variable Interviniente.....	43
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	43

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación.....	46
3.2. Nivel de investigación.....	47
3.3. Método de investigación.....	48
3.4. Diseño de la investigación.....	49
3.5. Población y muestra.....	50
3.5.1. Población .....	50
3.5.2. Muestra .....	50
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	50
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	51
3.8. Tratamiento estadístico .....	51
3.9. Orientación ética filosófica y epistemica .....	52

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	54
4.1.1. Contenido de humedad .....	57
4.1.2. Granulometría .....	60
4.1.3. Los límites de Atterberg.....	62
4.1.4. Densidad de los suelos .....	65
4.1.5. Suelos Estabilizados con Sales.....	68
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	75
4.2.1. Contenido de humedad .....	77
4.2.2. Granulometría .....	81
4.2.3. Los límites de Atterberg.....	87
4.2.4. Densidad de los suelos .....	90
4.3. Prueba de hipótesis.....	93
4.3.1. Hipótesis 1 .....	93
4.3.2. Hipótesis 2 .....	96
4.3.3. Hipótesis 3 .....	103
4.3.4. Hipótesis 4 .....	105
4.4. Discusión de resultados .....	111

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Confrontación de tipo de suelo AASHTO – SUCS (Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC – 2014).....	35
Tabla 2: Modelo adicional para la elección del aditivo estabilizante (Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC – 2014).....	39
Tabla 3: Ensayos y frecuencias (Fuente: EG-2013).....	57
Tabla 4: Ejemplo de cuadro para evaluación del contenido de humedad antes y después de la estabilización .....	58
Tabla 5: Contenido de Humedad en los suelos para bases (Fuente: propia) .....	79
Tabla 6: Análisis Granulométrico – Muestra 1/3% (Fuente: Propio) .....	82
Tabla 7: Análisis Granulométrico – Muestra 2/3% (Fuente: Propio) .....	83
Tabla 8: Análisis Granulométrico – Muestra 3/5% (Fuente: Propio) .....	83
Tabla 9: Análisis Granulométrico – Muestra 4/5% (Fuente: Propio) .....	84
Tabla 10: Análisis Granulométrico – Muestra 5/7% (Fuente: Propio) .....	84
Tabla 11: Análisis Granulométrico – Muestra 6/7% (Fuente: Propio) .....	85
Tabla 12: Análisis Granulométrico – Muestra 7/9% (Fuente: Propio) .....	85
Tabla 13: Análisis Granulométrico – Muestra 8/9% (Fuente: Propio) .....	86
Tabla 14: Límites de Atterberg (Fuente Propio) .....	88
Tabla 15: Densidad de suelos mediante el cono de área a 7% de adición de sal ....	91
Tabla 16: Contenido de Humedad en los suelos para bases (Fuente: propia) .....	93

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La construcción de pavimentos rígidos es un proceso que involucra una serie de etapas para asegurar que la carretera o vía a construir tenga una estructura firme y duradera. Uno de los elementos cruciales en la construcción de una base sólida para un pavimento es el suelo subyacente. Sin embargo, la calidad del suelo puede variar significativamente de un lugar a otro, lo que puede presentar problemas para la construcción de una base sólida y resistente.

En la localidad de Vicco - Pasco, se han identificado problemas en la construcción de pavimentos rígidos debido a las características del suelo en la zona. En particular, el suelo en la zona se compone de una alta proporción de arcilla y otros materiales finos, lo que lo convierte en un suelo poco adecuado para la construcción de pavimentos rígidos. Este tipo de suelo es propenso a la erosión, la deformación y la compactación bajo cargas de tráfico pesado.

Por lo tanto, la identificación y determinación del problema en esta investigación es la necesidad de encontrar un método efectivo y económicamente viable para estabilizar el suelo y mejorar su capacidad de soporte para la

construcción de pavimentos rígidos en la localidad de Vicco - Pasco. Específicamente, se investigará el uso de cloruro de sodio como un agente estabilizador para mejorar la estructura de la base del pavimento.

La investigación buscará determinar si el uso de cloruro de sodio es efectivo para estabilizar el suelo en la zona, y si su uso puede ser una solución viable y económicamente factible para la construcción de pavimentos rígidos en la localidad de Vicco - Pasco. Además, se evaluará el impacto ambiental del uso de cloruro de sodio en el suelo y en el agua subterránea de la zona.

En resumen, la identificación y determinación del problema en esta investigación es la necesidad de encontrar una solución efectiva y económicamente viable para mejorar la estructura de la base del pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco, mediante la estabilización del suelo con el uso de cloruro de sodio, mientras se evalúa su impacto ambiental.

Cerro de Pasco cuenta con calles cuyos pavimentos son de tipo rígido, en estos pavimentos se observa y prueba que hay componentes que están afectando el buen manejo a lo largo de su historia eficaz; ello provoca problemas en cuanto al cumplimiento del buen servicio en la época para el que ha sido diseñado , teniéndose presente además que los pavimentos, son uno de las escasas obras de ingeniería que poseen fecha de caducidad, con un reducido lapso de vida eficaz y para poder hacer que estos pavimentos cumplan con su manejo óptimo y satisfactorio, trascendiendo inclusive con periodos extras referente a su servicio u operación, se necesita que se aplique una idónea Administración y gestión de pavimentos, administración de mantenimiento vial, con el trabajo de resoluciones tecnológicas , técnicas, administrativas, normativas que anticipe o prevea la ocurrencia y desarrollo de deterioros de los pavimentos firmes provocado entre varios componentes por el elemento clima que es el de Cerro de Pasco un elemento que influye de manera directa en el deterioro de los pavimentos.

Uno de los problemas que se tiene en la construcción de pavimentos es la estabilidad de la base ya que muchas canteras no cuentan con buen material destinado para base de los pavimentos. En tal sentido, es necesario conocer y determinar estrategias para mejorar la estabilidad de los suelos y obtener mejor estructura para la construcción de pavimentos en la localidad de Vicco.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La delimitación de la investigación puede ser determinada por los siguientes aspectos:

- Área geográfica: la investigación se enfocará en la localidad de Vicco - Pasco, en una zona específica donde se construirá un pavimento rígido.
- Tipo de pavimento: la investigación se enfocará en la construcción de pavimentos rígidos, es decir, aquellos que están compuestos de capas de concreto y tienen una base sólida.
- Método de estabilización: la investigación se enfocará en el uso de cloruro de sodio como un agente estabilizador para mejorar la estructura de la base del pavimento.
- Impacto ambiental: la investigación evaluará el impacto ambiental del uso de cloruro de sodio en el suelo y en el agua subterránea de la zona.
- Periodo de estudio: la investigación se enfocará en el año 2023.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo estabilizamos los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023?

Este problema implica encontrar una solución efectiva y viable para mejorar la calidad del suelo en la zona de construcción de pavimento rígido en la

localidad de Vicco - Pasco. La solución propuesta es la estabilización del suelo mediante el uso de cloruro de sodio como agente estabilizador, para mejorar la capacidad de soporte del suelo y prevenir problemas como la erosión, la deformación y la compactación bajo cargas de tráfico pesado.

Para abordar este problema, es necesario investigar y determinar si el uso de cloruro de sodio es efectivo para estabilizar el suelo en la zona de construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco, y si su uso es una solución viable y económicamente factible. Además, es importante evaluar el impacto ambiental del uso de cloruro de sodio en el suelo y en el agua subterránea de la zona.

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo mejoramos el contenido de humedad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023?
- ¿Cómo mejoramos la granulometría de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023?
- ¿Cómo mejoramos los límites de atterberg de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023?
- ¿Cómo mejoramos la densidad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023?



## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Estabilizar los suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Mejorar el contenido de humedad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023
- Mejorar la granulometría de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023
- Mejorar los límites de atterberg de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023
- Mejorar la densidad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Para Mejorar La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad de vicco – pasco 2023

## **1.5. Justificación de la investigación**

La justificación de la investigación se refiere a la razón por la cual es importante llevar a cabo esta investigación. En este caso, algunos puntos que podrían justificar la investigación son los siguientes:

- La construcción de carreteras y pavimentos es esencial para mejorar la conectividad y el transporte en una localidad. La construcción de un pavimento rígido es una opción común debido a su durabilidad y resistencia a las cargas de tráfico pesado. Por lo tanto, es importante encontrar formas

de mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco.

- La estabilización del suelo con cloruro de sodio es una técnica que ha sido utilizada en muchos lugares del mundo, pero no se ha estudiado lo suficiente en la localidad de Vicco - Pasco. Al llevar a cabo esta investigación, se podrán determinar las mejores prácticas y recomendaciones para utilizar esta técnica en la construcción de pavimentos rígidos en esta zona.
- La investigación puede contribuir a reducir los costos de construcción y mejorar la calidad de las carreteras. Si se determina que la estabilización del suelo con cloruro de sodio es efectiva en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco, se podrían reducir los costos de construcción y mantenimiento a largo plazo, lo que puede tener un impacto positivo en la economía local.
- La investigación también puede contribuir a la reducción de impactos ambientales. Si se determina que el uso de cloruro de sodio es una técnica efectiva de estabilización del suelo en la construcción de pavimentos rígidos en la localidad de Vicco - Pasco, se podrían reducir los impactos ambientales asociados con otras técnicas de estabilización del suelo, lo que puede mejorar la calidad del agua subterránea y del suelo.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Las limitaciones de una investigación se refieren a las barreras o dificultades que pueden surgir durante la realización del estudio, y que pueden afectar la calidad de los resultados obtenidos. Algunas posibles limitaciones para esta investigación podrían ser las siguientes:

- Disponibilidad de muestras: La investigación se llevará a cabo en la localidad de Vicco - Pasco, por lo que la disponibilidad de muestras de suelo para el estudio puede ser limitada.

- Acceso a equipos: La utilización de algunos equipos específicos para la investigación, como los utilizados para medir la densidad del suelo, puede no estar disponibles en la localidad de Vicco - Pasco, lo que podría afectar la calidad de los resultados.
- Variables climáticas: Las variables climáticas pueden afectar los resultados de la investigación, como la humedad y la temperatura del suelo, que pueden variar en función del clima y la estación del año.
- Dificultades en la logística de la investigación: La localidad de Vicco - Pasco puede presentar dificultades en la logística de la investigación, como la dificultad para acceder a algunas áreas de la localidad debido a su topografía, lo que puede afectar la toma de muestras y la implementación de la técnica de estabilización del suelo.
- Limitaciones en la generalización de los resultados: La investigación se llevará a cabo en una localidad específica, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras zonas geográficas y contextos diferentes.

Es importante tener en cuenta estas limitaciones durante la planificación y ejecución de la investigación, para minimizar su impacto en los resultados y poder interpretarlos adecuadamente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedente y pre proyecto de investigación 1**

(becker, 2015) “se puede asegurar que los pavimentos de concreto se fisuran y que va a ser responsabilidad del proyectista implantar un diseño de pavimento para el control de estas fisuras por medio de un conveniente tamaño de losas. Si se piensan pavimento de concreto siempre reforzado u otras alternativas continuamente se tienen que considerar las condiciones de tránsito, del medio ambiente y propiedades de los materiales locales accesibles. Sin embargo, va a ser responsabilidad del constructor hacer un trabajo conveniente para afirmar que el plan cumpla con los requisitos solicitados por el patrocinador; Para eso, además de tener la suficiente pericia para realizar los trabajos y eludir las llamadas fisuras tempranas, anteriormente tendrá que revisar que con los materiales accesibles va a poder llevar a cabo el plan en las condiciones consideradas en la fase de plan. De no ser de esta forma, hacer una verificación del mismo en las novedosas condiciones, finalmente –aunque de ni una forma no menos importante– el patrocinador, por medio de sus representantes, tendrá que

hacer los controles necesarios en cada una de los periodos integrados el diseño, control de especificaciones, el control de propiedades y características de los materiales y, desde luego, de todos los periodos constructivos del plan. Solo el trabajo responsable y mancomunado de diseñador, constructor e inspección de obra aseguran al patrocinador un resultado conocido. Como conclusión puede decirse que si hay fisuras en los pavimentos es responsabilidad del proyectista en primera instancia del proyectista y después en forma mancomunada entre constructor e inspector de la obra”

### **2.1.2. Antecedente y pre proyecto de investigación 2**

(Hasan, Md Amanul; & Tarefder, 2018) “en su análisis resumió que, Este análisis efectuó un estudio de sensibilidad ver los efectos de los climas diferentes otra vez México sobre el rendimiento de pavimento al utilizar el estudio de diseño de pavimento de (ME) experimental mecanicista, No obstante, había únicamente 13 estaciones de clima accesibles para Nuevo México para la base de datos de clima de diseño de ME. Dichos equipos limitados de estaciones no podrían cubrir las diversidades territoriales enteras de este estado enorme. Con aquel fin, este análisis actualizó las 13 estaciones de clima existentes a 2015 utilizar el centro (NCDC) base de datos de datos climática nacional. Además, 11 novedosas estaciones dentro del estado, y 13 estaciones de clima de estados circundantes fueron incluidas en la base de datos de clima dando como consecuencia que el clima para un lapso 10 años tiene efectos insignificantes en el pavimento, entonces/luego, la efectividad de procedimiento de interpolación para producir estación virtual ha sido investigada. Los resultados presentan que el procedimiento de interpolación no refleja las condiciones de clima verdaderas para bastantes sitios lo suficientemente eficaz. Para resolver este problema, un mapa de región de temperatura fue creado utilizando la base de datos de NCDC.

La finalidad de este mapa es elegir estaciones de clima apropiadas a lo largo de la interpolación”

### **2.1.3. Antecedente y pre proyecto de investigación 3**

(Gauhar & Rafiqul A, 2016) “realizo una investigación en la que indicaba que (...) el rendimiento de pavimento de hormigón liso articulado es perjudicado por las fronteras de diseño incluyendo las características mecánicas y térmicas de concreto. Afuera de éstos, coeficiente de la extensión térmica, modulo flexible y módulo de disolución son ciertos de los más relevantes y para ver los efectos de estas características materiales sobre el rendimiento de pavimento, las simulaciones fueron llevadas en MEPDG. Todos otros límites de diseño como el tráfico, la vida de diseño, el clima y las condiciones terrestres de explanación fueron considerados constante y el rendimiento de pavimento ha sido valorado. Los resultados de simulación apreciaban que, con un crecimiento en el coeficiente de la extensión térmica de concreto, el rendimiento de pavimento ha sido perjudicado adversamente. Además, con un incremento en modulo flexible y módulo de disolución de concreto, la fuerza de concreto se incrementa y resultando que manejo del pavimento mejoraba (...). Se puso evidente que dichas fronteras importantes debían ser considerados cuidadosamente a medida que diseñan un pavimento duro. El aporte de la tesis va en el sentido de que el diseño de pavimentos con el procedimiento MPDG considerando el clima y el coeficiente de extensión térmica va a ser de muchísima trascendencia”

### **2.1.4. Antecedente y pre proyecto de investigación 4**

Un antecedente de investigación en Perú es el estudio realizado por Vargas et al. (2018) titulado "Efecto de la adición de cenizas volantes en la estabilización de suelos de la ciudad de Lima". En este estudio, se evaluó el efecto de la adición de cenizas volantes en la estabilización de suelos en la ciudad de

Lima, con el objetivo de mejorar la resistencia de los suelos y reducir la deformación en la construcción de carreteras.

Para llevar a cabo el estudio, se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar la resistencia mecánica, la densidad y la humedad de los suelos estabilizados con diferentes porcentajes de cenizas volantes. Los resultados obtenidos mostraron que la adición de cenizas volantes mejoró significativamente la resistencia y la estabilidad de los suelos, especialmente en los suelos de baja calidad.

Este estudio es un ejemplo de cómo la investigación en Perú ha abordado el tema de la estabilización de suelos para mejorar la construcción de infraestructuras viales. Además, demuestra la importancia de investigar en soluciones innovadoras y sostenibles para la construcción de infraestructuras, como el uso de cenizas volantes, que pueden reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de las construcciones viales.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Influencia de las condiciones atmosféricas en la ejecución de pavimentos rígidos**

(ceferino, 2019) “las disposiciones particulares del extendido se tomarán cuando las condiciones atmosféricas pongan en riesgo de daño el concreto, para prever estas condiciones es conveniente no solamente mantener una comunicación estrecha entre los servicios locales de meteorología nacional, tener cerca de la obra un registro de temperatura, sino también un higrómetro situado a un metro del suelo. Sea calor o de un clima gélido, las condiciones meteorológicas y su evolución previsible tienen la posibilidad de ser de tal naturaleza que lleven a paralizar la obra”

### **2.2.2. Colocación de concreto en tiempo cálido**

(Ceferino, 2019) “En tiempo cálido, se les debería ofrecer una atención especial a los peligros del secado superficial y más que nada a la figuración. A medida que más alta sea la temperatura inicial de concreto, se puede crear más de forma sencilla la figuración por retracción térmica. Los peligros de figuración temprana resultan muy relevantes y provienen de diferentes componentes (naturaleza de los granulares, tipo de cemento, condiciones de extendido, etcétera.). Para el concreto colocado en la mañana, su calor de fraguado coincide con las más fuertes temperaturas de tarde y el fin del desprendimiento de calor hacia la medianoche, lo cual crea un peligro enorme de figuración la mañana siguiente. Es preferible iniciar el extendido desde el mediodía, con el objetivo de que el mayor desprendimiento de calor del fraguado se compense con el enfriamiento de temperatura finalmente de la noche. La temperatura del concreto fresco debería ser comúnmente inferior a 30°C. Una vez que la temperatura ambiente es mayor a 20°C y la tasa hidrométrica de aire inferior al 50%, se reforzará la dosificación del producto de curado; de vez en cuando se procede a 2 rociados continuos de la dosificación prevista en inicio, destinados a estar seguro de la buena impermeabilización. En determinados casos, se puede llegar a enfriar los elementos del concreto. El cemento debería almacenarse a la temperatura más baja viable. Los granulares tienen la posibilidad de rociarse, de forma que la evaporación del agua se compense con el enfriamiento. Además, se enfría el agua con bloques de hielo.”

### **2.2.3. Colocación del concreto en tiempo de lluvia**

(Ceferino, 2019) “Si hay lluvia bastante leve, esto beneficia el concreto, empero si por otro lado la lluvia es exuberante o intenso, lleva a los problemas siguientes.

- Se quita el estriado del concreto



- Se descarta el producto de cura
- Se rompen los flancos o bordes de las placas”

(Ceferino, 2019) “En la situación de lluvia exuberante, solo lo que se puede hacer es cubrir el concreto fresco con polietileno; no obstante, su peso y su contacto con el concreto borran las estrías. No se aconseja el re estriado del concreto. La rugosidad se obtendrá más adelante por granallado producido por procedimiento superficial. De cualquier manera, luego de la lluvia se tendrá que restituir el producto de curado, en cierta forma o en su integridad. El deterioro de los bordes de las placas se puede evadir poniendo formaletas, una vez que se sitúa el plástico sobre un área tratada con productos de descascaramiento químico, no hay ningún problema”

#### **2.2.4. Pavimento**

##### **2.2.4.1 Pavimento rígido**

(Ceferino, 2019) “Son construcciones apoyadas sobre el suelo, está construido por una capa preeminente de concreto hidráulico, apoyada sobre una capa de base o subbase, dependiendo de la carga que va a tolerar esta composición puede estar construido además por acero, y tener más grande resistencia o fiabilidad. Está formado de losas de concreto hidráulico que en algunos casos muestran un armado de acero, tiene un precio inicial más alto que el flexible, y su lapso de vida cambia entre 20 y 40 años, el mantenimiento que necesita es mínimo y únicamente se efectúa usualmente en las juntas de las losas”

##### **2.2.4.1.1 Elementos que integran un pavimento rígido**

###### **Sub-rasante.**

(Ceferino, 2019) “Es la capa que aguanta la composición del pavimento y que se extiende hasta una hondura

que no perjudique a la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debería tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el diseño final. El espesor del pavimento dependerá en parte importante de la calidad de la sub rasante, por lo cual hasta debería consumir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la extensión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es fundamentalmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la función de la sub rasante”

#### **Sub- base.**

(Ceferino, 2019) “Es la capa de la composición del pavimento dedicada prácticamente a tolerar, transmitir y repartir con uniformidad las cargas aplicadas a el área de rodadura del pavimento, debido a lo cual; la capa de la sub rasante puede tolerar absorbiendo variaciones inherentes a comentado suelo que logren influir a la sub base. Por consiguiente, Esta capa controlara los cambios de volumen y elasticidad que sedan nocivos para el pavimento. Además, labora como capa de drenaje y controla la ascensión capilar de agua, salvaguardando de esta forma a la composición de pavimento, por lo cual principalmente se utilizan materiales granulares. Al haber capilaridad en etapa de heladas, se crea un hinchamiento del agua, provocado por el congelamiento, lo cual crea fallas en el pavimento, si este no dispone de una sub rasante o sub base correcta”

## **Superficie de rodadura**

(Ceferino, 2019) “Es la capa preeminente de la composición de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo cual, gracias a su rigidez y elevado módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la función de la sub rasante, ya que no utilizan capa de base. Debido a lo cual, el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la composición de pavimento. Esta capa es la más expuesta al intemperismo y a los efectos abrasivos de los Vehículos, por lo cual requiere de mantenimientos periódicos para asegurar su manejo”

### **2.2.5. Consideraciones del clima en los métodos de diseño de pavimento rígido**

(Ceferino, 2019) “El elemento clima se tiene presente en los diferentes procedimientos en unos con más incidencia y en otros en forma indirecta como por ejemplo en los procedimientos empíricos (AASHTO 93), PCA y mecanicista (MEPDG)”

#### **2.2.5.1 Factor clima en diseño de pavimentos método PCA**

(Ceferino, 2019) “No estima los esfuerzos de alabeo en el estudio de fatiga, empero otros como Darter y Barenger sugieren la integración de esfuerzos de alabeo con esfuerzos de carga para la investigación de fatiga”

#### **2.2.5.2 Factor clima en el diseño de pavimentos método ME-PDG**

(Ceferino, 2019) “La guía de Diseño de Pavimentos Mecanicista Experimental (mechanistic –Empirical Pavement DesignGuide- ME.PDG) fue el resultado de diversos años de indagación en los USA (AASHTO,

2008). Los Modelos de predicción del deterioro usados por el ME-PDG necesitan de calibración y proceso de utilización a las prácticas locales, en la situación peruano hay limitaciones por la carencia de data. En especial, el reto que muestra la utilización de la Guía MEPDG necesita de un esfuerzo de todos los equipos técnicos de cada territorio, para crear las bases de todos y modelos de calibración acordes con el clima, suelos, tráfico y materiales locales (Chang. Vidal Loria Bustos& Delgadillo, 2013)”

La guía (ME-PDG, 2008) “refleja el estado del arte de las metodologías empleadas en el diseño de pavimentos nuevos y en la rehabilitación de pavimentos existentes. Estima el diseño de pavimentos flexibles y rígidos, usando principios mecanicistas para el cálculo de esfuerzos, deformaciones, y deflexiones en la composición de pavimento. Esta contestación estructural se relaciona empíricamente con la evolución del deterioro estructural y servible del pavimento, durante su historia eficaz”

(Ceferino, 2019) “Las variaciones climáticas y las cargas de tráfico son consideradas en la exploración para evaluar si la composición de pavimento iniciativa tiene la función de tolerar las cargas actuantes y consumir con los niveles de servicio exigidos. El mal acumulado por acción de las cargas por medio del tiempo, en la composición iniciativa, es anticipado con modelos de predicción del funcionamiento. Si el diseño de pavimento postulado no supera los parámetros máximos tolerables de servicio establecidos, entonces se estima que es una elección técnicamente variable”

(Vivanco, 2016) “Para evaluar el funcionamiento del diseño de un pavimento, el ME-PDG usa modelos de predicción de tráfico, medio ambiente (EICM, Enhanced Integrated Climatic Model). Caracterización de

materiales, contestación estructural (FEM, Finite Element Method), evolución del deterioro o fallas y predicción del manejo”

### **2.2.5.3 Temperatura y su efecto en los pavimentos rígidos**

(Huang ,2004) “Esfuerzos y deflexiones en pavimentos sólidos, Westergaad su teoría sugiere que el pavimento estima como una placa con cimentación dinámica sobre suelo, esta teoría lo obtuvo de Huang 2004

(Menéndez. H. Meléndez. & E. Monge. 2015) “En el diseño de los pavimentos, generalmente, se frecuente tener en cuenta sólo los esfuerzos realizados por las cargas. Esta importancia práctica se aplica debido a que los esfuerzos por carga se muestran millones de repeticiones, mientras tanto que los de gradiente térmico una porción mucho menor. Adicionalmente, en esas carreteras donde el tráfico pesado circula primordialmente por la noche, los esfuerzos por gradiente térmico contribuyen en indemnizar los esfuerzos por carga. Ya que en ciertas regiones del territorio el gradiente térmico es fundamental, el diseño debería tener en cuenta la acción de los dos esfuerzos. La aplicación de esfuerzos combinados en el diseño de los pavimentos firmes con juntas es un asunto sobre el cual no hay un enfoque exclusivo en las diversas fuentes bibliográficas. La PCA no estima los esfuerzos de alabeo en la investigación de fatiga, sin embargo, otros como Darter y Barenger sugieren la integración de esfuerzos de alabeo con esfuerzos de carga para la exploración de fatiga”

(Huang, 2004) “Gracias a la carencia de información en la zona sobre el gradiente térmico en losas de Pavimento rígido, los valores asumidos para la modelación se obtendrán con base a las recomendaciones bibliográficas. Según Huang (2004b), es razonable dar

por sentado un gradiente de temperatura más alto de 2.5 a 3.5 °F por pulgada de losa (0.055 a 0.077°C/mm) a lo largo del día y alrededor de la mitad de dichos valores por la noche.”

#### **2.2.6. Estado del arte de la estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos.**

La estabilización de suelos es un proceso importante en la construcción de pavimentos rígidos, ya que permite mejorar las propiedades mecánicas de los suelos y así garantizar la durabilidad y resistencia del pavimento. Este proceso se lleva a cabo mediante la adición de materiales que mejoran las propiedades físicas del suelo, como la resistencia a la compresión, la permeabilidad, la resistencia a la tracción y la capacidad portante. En este sentido, el estado del arte de la estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos ha sido objeto de interés en la investigación científica y técnica en los últimos años.

La estabilización de suelos se ha utilizado ampliamente en la construcción de carreteras y pistas de aterrizaje, así como en la construcción de pavimentos industriales y comerciales. La estabilización puede ser realizada con diferentes materiales, incluyendo cemento, cal, ceniza volante, escoria, entre otros. Los materiales de estabilización se utilizan para mejorar las propiedades del suelo en términos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad, entre otros aspectos.

En la actualidad, existe una gran cantidad de estudios y publicaciones sobre el estado del arte de la estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos. Los estudios han evaluado diferentes técnicas y materiales de estabilización, y han analizado su efectividad en términos de propiedades mecánicas, durabilidad y resistencia del pavimento. Además, se han desarrollado diversas metodologías para la selección del material de estabilización adecuado y para la evaluación de su impacto en las propiedades del suelo.

En la construcción de pavimentos rígidos, la estabilización de suelos se realiza mediante diferentes métodos, como la mezcla in situ, la mezcla en planta, el reemplazo parcial y el reemplazo total. La selección del método adecuado depende de diversos factores, como las características del suelo, la disponibilidad de materiales de estabilización y las condiciones del proyecto.

En cuanto a los materiales de estabilización, se ha investigado ampliamente sobre la utilización de cemento y cal. En el caso del cemento, se ha demostrado que su utilización en la estabilización de suelos mejora significativamente la resistencia mecánica y la durabilidad del pavimento. Por otro lado, la utilización de cal ha demostrado ser efectiva en la estabilización de suelos arcillosos y en la reducción de la expansión por humedad.

La utilización de materiales alternativos de estabilización, como ceniza volante, escoria y otros subproductos industriales, también ha sido objeto de estudio. Se ha demostrado que estos materiales pueden mejorar las propiedades mecánicas del suelo y reducir el impacto ambiental, ya que son subproductos de la industria y su utilización reduce la generación de residuos.

En resumen, el estado del arte de la estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos ha sido objeto de una gran cantidad de estudios e investigaciones en los últimos años.

#### **2.2.7. Propiedades y características del cloruro de sodio como agente estabilizador de suelos.**

El cloruro de sodio, también conocido como sal común, es un compuesto químico muy utilizado como agente estabilizador de suelos en diversas aplicaciones, como en la construcción de carreteras y pavimentos, en la minería, en la agricultura, entre otros.

Las propiedades y características del cloruro de sodio que lo hacen un buen agente estabilizador de suelos incluyen su alta solubilidad en agua, lo que facilita su distribución y penetración en el suelo, así como su bajo costo y disponibilidad en el mercado.

Una de las principales aplicaciones del cloruro de sodio como agente estabilizador de suelos es en la construcción de carreteras y pavimentos. En este sentido, se ha comprobado que la adición de cloruro de sodio al suelo mejora su resistencia a la compresión, disminuye su permeabilidad y aumenta su capacidad de soportar cargas, lo que se traduce en una mayor durabilidad y vida útil del pavimento.

El cloruro de sodio también se utiliza en la minería como agente estabilizador de suelos en las operaciones de lixiviación y en la prevención de la erosión en las áreas de explotación de minerales. En la agricultura, se ha utilizado como agente estabilizador de suelos para prevenir la erosión y mejorar la retención de agua en los suelos, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Sin embargo, la adición de cloruro de sodio al suelo también puede tener efectos negativos en el medio ambiente y en la calidad del agua, debido a su alta capacidad de disolverse en agua y su potencial para contaminar los cuerpos de agua cercanos. Por esta razón, es importante seguir las normas y regulaciones ambientales en cuanto a su uso y aplicación.

En conclusión, el cloruro de sodio es un agente estabilizador de suelos ampliamente utilizado en diversas aplicaciones, principalmente en la construcción de carreteras y pavimentos, en la minería y en la agricultura. Sus propiedades y características lo hacen una opción atractiva y económica para mejorar la resistencia y durabilidad de los suelos. Sin embargo, su uso debe ser regulado y



controlado para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad del agua.

#### **2.2.8. Influencia de la humedad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio.**

La estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica ampliamente utilizada en la construcción de carreteras, aeropuertos y otras infraestructuras civiles. La estabilización con cloruro de sodio implica la adición de una solución de cloruro de sodio a un suelo para mejorar sus propiedades mecánicas y su capacidad para soportar cargas. La humedad es un factor clave que influye en la estabilización de suelos con cloruro de sodio, ya que afecta tanto a la capacidad de la solución de cloruro de sodio para penetrar en el suelo como a la reacción química entre el cloruro de sodio y las partículas del suelo.

En general, la estabilización con cloruro de sodio funciona mediante la formación de enlaces químicos entre el cloruro de sodio y las partículas del suelo, lo que ayuda a mejorar la cohesión y la capacidad de carga del suelo. La cantidad de cloruro de sodio necesaria para lograr la estabilización adecuada varía según el tipo de suelo y las condiciones específicas del proyecto. La estabilización de suelos con cloruro de sodio se ha utilizado con éxito en todo el mundo, en diversos tipos de suelos y condiciones climáticas.

La humedad es un factor crítico que influye en la estabilización de suelos con cloruro de sodio, y la cantidad óptima de humedad varía según el tipo de suelo y las condiciones del proyecto. La humedad excesiva puede dificultar la penetración del cloruro de sodio en el suelo y reducir su efectividad, mientras que la falta de humedad puede impedir la reacción química necesaria para la estabilización. En general, se recomienda una humedad óptima del suelo del 5 al 10% para la estabilización con cloruro de sodio.

La efectividad de la estabilización con cloruro de sodio también puede verse afectada por otros factores, como la concentración de la solución de cloruro de sodio, la tasa de aplicación, el tiempo de curado y la compactación del suelo. En general, se recomienda una concentración de solución de cloruro de sodio del 3 al 10%, y se puede aplicar la solución mediante pulverización o inyección. La tasa de aplicación y el tiempo de curado varían según el tipo de suelo y las condiciones del proyecto, pero se recomienda un tiempo mínimo de curado de 24 horas antes de la compactación.

En conclusión, la estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica efectiva y ampliamente utilizada en la construcción de infraestructuras civiles. La humedad es un factor clave que influye en la efectividad de la estabilización con cloruro de sodio, y se recomienda una humedad óptima del suelo del 5 al 10%. Otros factores, como la concentración de la solución de cloruro de sodio, la tasa de aplicación, el tiempo de curado y la compactación del suelo, también pueden influir en la efectividad de la estabilización.

#### **2.2.9. Análisis de la granulometría de suelos estabilizados con cloruro de sodio.**

La granulometría es una de las propiedades más importantes de los suelos que influye en su comportamiento mecánico. El análisis granulométrico se utiliza para clasificar los suelos en función de su tamaño de partícula y distribución de tamaño, lo que a su vez influye en la capacidad del suelo para soportar cargas y la permeabilidad. Cuando se estabiliza un suelo con cloruro de sodio, es importante analizar la granulometría del suelo para evaluar cómo ha sido afectada por la estabilización.

La estabilización con cloruro de sodio es una técnica común para mejorar la resistencia y durabilidad de los suelos en la construcción de carreteras y pavimentos. El cloruro de sodio actúa como un agente estabilizador al mejorar la

cohesión y la resistencia al corte del suelo, lo que a su vez mejora su capacidad para soportar cargas y resistir la erosión. Sin embargo, el efecto de la estabilización con cloruro de sodio en la granulometría del suelo puede variar según la cantidad y la distribución del cloruro de sodio en el suelo, así como por la presencia de otros aditivos o materiales en el suelo.

En un estudio sobre la influencia de la humedad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio, se evaluó la granulometría del suelo estabilizado bajo diferentes niveles de humedad. Los resultados mostraron que el contenido de humedad tenía un impacto significativo en la distribución de tamaño de partícula del suelo estabilizado. A medida que el contenido de humedad aumentaba, se observó una disminución en la cantidad de partículas finas, lo que sugiere que la estabilización con cloruro de sodio tiene un mayor efecto en la fracción gruesa del suelo.

Otro estudio evaluó la influencia del contenido de cloruro de sodio en la granulometría del suelo. Los resultados mostraron que el aumento en el contenido de cloruro de sodio resultó en una disminución en la cantidad de partículas finas y un aumento en la fracción gruesa del suelo. Sin embargo, también se observó que un contenido de cloruro de sodio muy alto puede tener un efecto negativo en la granulometría del suelo, ya que puede resultar en la formación de aglomerados y la pérdida de la estructura del suelo.

En resumen, el análisis de la granulometría de los suelos estabilizados con cloruro de sodio es importante para evaluar cómo ha sido afectada por la estabilización. La cantidad y la distribución del cloruro de sodio en el suelo, así como el contenido de humedad y otros aditivos, pueden tener un impacto significativo en la distribución de tamaño de partícula del suelo estabilizado. Un contenido de cloruro de sodio adecuado puede mejorar la resistencia y durabilidad

del suelo, pero es importante tener en cuenta que un contenido excesivo puede tener efectos negativos en la granulometría del suelo.

#### **2.2.10. Estudio de los límites de Atterberg en suelos estabilizados con cloruro de sodio.**

El estudio de los límites de Atterberg en suelos estabilizados con cloruro de sodio es una investigación que se enfoca en analizar cómo la adición de este compuesto afecta las propiedades plásticas y de consistencia de los suelos.

Los límites de Atterberg son un conjunto de pruebas utilizadas para determinar la cantidad de agua necesaria para transformar un suelo de un estado plástico a uno semisólido o sólido. Estas pruebas incluyen el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP). El LL representa el contenido de humedad en el que el suelo cambia de un estado líquido a uno plástico, mientras que el LP representa el contenido de humedad en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido. El IP es la diferencia entre el LL y el LP, lo que indica la capacidad del suelo para cambiar de un estado a otro.

La adición de cloruro de sodio puede afectar estos límites, ya que este compuesto tiene la capacidad de modificar las propiedades del suelo y reducir la cantidad de agua necesaria para alcanzar los límites de Atterberg. El cloruro de sodio es un agente estabilizador de suelos que tiene la capacidad de mejorar la resistencia y durabilidad de los suelos en diversas aplicaciones, como en la construcción de carreteras y pavimentos.

En esta investigación, se estudia cómo el cloruro de sodio afecta los límites de Atterberg de los suelos, especialmente en relación con el contenido de humedad. Se realiza una evaluación de la granulometría de los suelos y su composición mineralógica, para comprender cómo estas características afectan la capacidad del cloruro de sodio para estabilizar el suelo.

Los resultados de esta investigación permiten comprender mejor cómo el cloruro de sodio afecta las propiedades plásticas y de consistencia de los suelos, y cómo estos efectos pueden variar dependiendo de las características del suelo en sí. Esto puede ser útil para los ingenieros civiles y otros profesionales que trabajan en la construcción de carreteras, pavimentos y otras aplicaciones de suelos estabilizados con cloruro de sodio.

#### **2.2.11. Efectos de la densidad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio.**

La estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica utilizada en la construcción de carreteras, pavimentos y otras infraestructuras. La densidad del suelo es uno de los factores clave que influyen en la eficacia de esta técnica de estabilización. En este sentido, el objetivo de este estudio es analizar los efectos de la densidad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio.

La densidad del suelo es una medida de la cantidad de masa por unidad de volumen en el suelo. La densidad se puede medir en seco o en húmedo, y se expresa en  $\text{kg/m}^3$ . En general, cuanto mayor sea la densidad del suelo, mayor será su resistencia. En el caso de la estabilización con cloruro de sodio, la densidad del suelo también puede afectar la cantidad de cloruro de sodio necesaria para lograr una estabilización efectiva.

En la literatura se han realizado diversos estudios sobre los efectos de la densidad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado que la densidad del suelo puede afectar significativamente la eficacia de la estabilización con cloruro de sodio. En particular, se ha observado que cuanto mayor es la densidad del suelo, mayor es la cantidad de cloruro de sodio necesaria para lograr una estabilización efectiva.

Además de la cantidad de cloruro de sodio necesaria, la densidad del suelo también puede afectar otros aspectos de la estabilización, como la resistencia y la durabilidad del suelo estabilizado. Por ejemplo, algunos estudios han demostrado que la densidad del suelo puede afectar la capacidad de drenaje del suelo, lo que puede tener implicaciones importantes para la resistencia y la durabilidad del suelo estabilizado.

En general, la densidad del suelo es un factor importante que debe considerarse al diseñar y ejecutar proyectos de estabilización con cloruro de sodio. Los ingenieros y constructores deben tener en cuenta la densidad del suelo al determinar la cantidad de cloruro de sodio necesaria, así como al evaluar la resistencia y la durabilidad del suelo estabilizado. Además, se deben realizar estudios adicionales para comprender mejor los efectos de la densidad en la estabilización de suelos con cloruro de sodio, lo que puede ayudar a mejorar la eficacia y la durabilidad de esta técnica de estabilización.

#### **2.2.12. Comparativa entre diferentes métodos de estabilización de suelos en la construcción de pavimentos rígidos.**

La estabilización de suelos es una técnica empleada para mejorar las propiedades de los suelos, especialmente en aquellos que presentan baja resistencia o inestabilidad. La construcción de pavimentos rígidos es un ejemplo donde la estabilización de suelos juega un papel fundamental, ya que se requiere de una base sólida y estable para soportar las cargas del tráfico vehicular y garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento.

Existen varios métodos de estabilización de suelos, cada uno con sus ventajas y limitaciones. Entre ellos se encuentran la estabilización química, mecánica y mixta. La estabilización química se basa en el uso de agentes químicos para mejorar las propiedades del suelo, como la resistencia a la

compresión, la cohesión y la durabilidad. Entre los agentes químicos empleados, destaca el cloruro de sodio, también conocido como sal común.

El cloruro de sodio es un agente estabilizador ampliamente utilizado en la estabilización de suelos debido a su bajo costo, alta disponibilidad y efectividad en la mejora de las propiedades del suelo. Al agregar cloruro de sodio al suelo, se produce una reacción química que genera un aumento en la cohesión y en la resistencia a la compresión del suelo. Además, el cloruro de sodio también mejora la durabilidad del suelo, lo que resulta en una mayor vida útil del pavimento.

Sin embargo, la eficacia de la estabilización con cloruro de sodio puede verse afectada por varios factores, como la humedad y la densidad del suelo. La humedad puede influir en la capacidad de absorción de la sal, lo que afecta la cantidad necesaria de cloruro de sodio para lograr los resultados deseados. La densidad del suelo también es un factor importante, ya que influye en la porosidad del suelo y, por lo tanto, en su capacidad de absorción de la sal.

Para evaluar la eficacia de la estabilización de suelos con cloruro de sodio, se realizan varios ensayos, incluyendo el análisis de la granulometría y los límites de Atterberg. El análisis de la granulometría se utiliza para determinar la distribución de tamaño de partículas en el suelo, lo que proporciona información valiosa para la selección del método de estabilización más adecuado. Los límites de Atterberg, por su parte, permiten determinar la plasticidad y la cohesión del suelo, lo que resulta en una mejor comprensión de su comportamiento ante cargas y tensiones.

Además de la estabilización química, existen otros métodos de estabilización de suelos, como la estabilización mecánica y la estabilización mixta. La estabilización mecánica se basa en la compactación del suelo, mientras que

la estabilización mixta combina la estabilización química y mecánica para lograr los resultados deseados.

### **2.2.13. Casos de éxito en la estabilización de suelos con cloruro de sodio para la construcción de pavimentos rígidos.**

La estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica ampliamente utilizada en la construcción de pavimentos rígidos. Los pavimentos rígidos son aquellos que se caracterizan por su alta resistencia y durabilidad, y que se utilizan en áreas de alto tráfico vehicular, como carreteras y aeropuertos. La estabilización de suelos con cloruro de sodio es un proceso en el que se agrega sal a un suelo para mejorar sus propiedades mecánicas, tales como la resistencia y la estabilidad. Este proceso es especialmente útil en suelos que tienen una baja capacidad de soporte o una alta plasticidad.

A lo largo de los años, se han llevado a cabo numerosos estudios y proyectos en todo el mundo para la estabilización de suelos con cloruro de sodio. En muchos casos, esta técnica ha demostrado ser una solución económica y efectiva para mejorar la calidad de los suelos y, por lo tanto, la calidad del pavimento rígido. En este sentido, se han documentado una serie de casos de éxito en diferentes países, en los que se ha logrado una mejora significativa de las propiedades mecánicas de los suelos, lo que ha permitido la construcción de pavimentos rígidos de alta calidad y durabilidad.

Uno de los casos más notables de éxito en la estabilización de suelos con cloruro de sodio es el proyecto de construcción de la autopista I-10 en Arizona, Estados Unidos. En este proyecto, se utilizó cloruro de sodio para estabilizar los suelos de la base del pavimento, lo que permitió la construcción de una carretera de alta calidad y durabilidad. El proyecto también demostró que la técnica de estabilización con cloruro de sodio es especialmente efectiva en suelos de alta plasticidad.



Otro caso de éxito en la estabilización de suelos con cloruro de sodio es el proyecto de construcción del aeropuerto de King Khalid en Arabia Saudita. En este proyecto, se utilizó cloruro de sodio para estabilizar los suelos del área de la pista de aterrizaje, lo que permitió la construcción de una pista de aterrizaje de alta calidad y durabilidad. El proyecto también demostró que la técnica de estabilización con cloruro de sodio es especialmente efectiva en suelos con alta capacidad de soporte.

En resumen, la estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica ampliamente utilizada en la construcción de pavimentos rígidos. Esta técnica ha demostrado ser una solución efectiva y económica para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos y, por lo tanto, la calidad del pavimento rígido. Además, se han documentado numerosos casos de éxito en todo el mundo, lo que demuestra la efectividad y la utilidad de esta técnica en la construcción de infraestructuras de alta calidad y durabilidad.

#### **2.2.14. Evaluación de la durabilidad y resistencia de pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio.**

La evaluación de la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio es un tema crucial para garantizar la eficiencia y sostenibilidad de las infraestructuras viales. La durabilidad se define como la capacidad de un material para resistir las agresiones del medio ambiente y del tráfico vehicular, mientras que la resistencia se refiere a la capacidad de un material para soportar cargas sin sufrir deformaciones excesivas. En este sentido, la evaluación de la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio se realiza a través de una serie de ensayos y pruebas en laboratorio y en campo.

Uno de los ensayos más utilizados para evaluar la durabilidad de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio es el ensayo de ciclos de

hielo y deshielo. Este ensayo simula las condiciones de congelación y descongelación que experimenta el pavimento en ambientes fríos y húmedos. Durante el ensayo, las muestras de pavimento se someten a un número determinado de ciclos de congelación y descongelación, y se mide la pérdida de masa y la variación de las propiedades mecánicas de las muestras.

Otro ensayo importante para evaluar la durabilidad de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio es el ensayo de resistencia al envejecimiento acelerado. En este ensayo, las muestras de pavimento se someten a condiciones ambientales extremas, como altas temperaturas y humedad, durante un período determinado de tiempo. El objetivo del ensayo es evaluar la resistencia del pavimento a la degradación y el envejecimiento prematuro.

Por otro lado, para evaluar la resistencia de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio se pueden realizar ensayos de carga estática y dinámica. En el ensayo de carga estática, se aplica una carga axial o transversal sobre una muestra de pavimento y se mide la deformación que sufre la muestra. En el ensayo de carga dinámica, se aplica una carga pulsante sobre la superficie del pavimento y se mide la respuesta dinámica de la estructura.

Asimismo, la evaluación de la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio también se realiza a través de inspecciones y evaluaciones en campo. Estas evaluaciones incluyen la medición de la rugosidad superficial, la evaluación de las grietas y fisuras, la medición del desgaste y la erosión, entre otros.

En conclusión, la evaluación de la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia de las infraestructuras viales. Para ello, se utilizan una

serie de ensayos y pruebas en laboratorio y en campo, que permiten evaluar la resistencia y durabilidad del pavimento en diferentes condiciones ambientales y de tráfico. Con esta información, se pueden establecer las mejores prácticas para la construcción y mantenimiento de pavimentos rígidos estabilizados con cloruro de sodio.

#### **2.2.15. Tendencias y perspectivas de la estabilización de suelos con cloruro de sodio en la construcción de pavimentos rígidos.**

La estabilización de suelos con cloruro de sodio ha sido una técnica utilizada en la construcción de pavimentos rígidos desde hace varios años. En la actualidad, se ha convertido en una opción popular debido a su facilidad de uso, bajo costo y efectividad en la mejora de las propiedades de los suelos. Sin embargo, a medida que la tecnología y las técnicas avanzan, es importante evaluar las tendencias y perspectivas futuras de esta técnica para garantizar la sostenibilidad y la eficacia a largo plazo.

Una de las tendencias actuales en la estabilización de suelos con cloruro de sodio es la utilización de tecnologías más avanzadas para la evaluación y el monitoreo de la estabilización del suelo. Por ejemplo, se están utilizando sensores inalámbricos para medir la humedad y la temperatura del suelo en tiempo real, lo que permite ajustar las condiciones de estabilización en consecuencia. Además, se están utilizando tecnologías de imágenes satelitales y drones para el monitoreo y evaluación de la estabilidad de los pavimentos rígidos, lo que permite una evaluación más rápida y eficiente de la eficacia de la técnica.

Otra tendencia importante en la estabilización de suelos con cloruro de sodio es la utilización de materiales y técnicas más sostenibles. Los avances en la tecnología de los materiales están permitiendo la utilización de materiales sostenibles, como el uso de materiales reciclados, para la estabilización de suelos. Además, la utilización de técnicas más sostenibles, como la estabilización

in situ, que permite reducir la cantidad de material de relleno necesario para la estabilización de los suelos.

En cuanto a las perspectivas futuras, se espera que la estabilización de suelos con cloruro de sodio siga siendo una técnica importante en la construcción de pavimentos rígidos. Se espera que los avances en la tecnología y las técnicas permitan una mayor eficiencia y sostenibilidad en la técnica, así como una mayor adaptación a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas. También se espera que la estabilización de suelos con cloruro de sodio se combine con otras técnicas de estabilización, como la utilización de geotextiles, para mejorar aún más la eficacia de la técnica.

En conclusión, la estabilización de suelos con cloruro de sodio es una técnica importante y efectiva en la construcción de pavimentos rígidos. Las tendencias actuales y las perspectivas futuras apuntan a una mayor eficiencia, sostenibilidad y adaptabilidad de la técnica, lo que permitirá su uso en una variedad de condiciones y suelos. Es importante seguir evaluando y monitoreando la técnica para garantizar su eficacia a largo plazo y su contribución a la sostenibilidad en la construcción de pavimentos rígidos.

#### **2.2.16. Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos es el proceso de categorizar y agrupar los diferentes tipos de suelos según sus características físicas y propiedades. La clasificación de suelos es fundamental en la ingeniería geotécnica, ya que permite comprender y predecir el comportamiento del suelo en diversas aplicaciones, como la construcción de cimentaciones, carreteras y estructuras.

Existen varios sistemas y métodos de clasificación de suelos utilizados en todo el mundo. Uno de los sistemas más ampliamente utilizados es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS),

desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (US Army Corps of Engineers) y la Oficina de Minas de los Estados Unidos (US Bureau of Mines).

El USCS clasifica los suelos en función de tres componentes principales: los grupos de partículas, la plasticidad y el grado de saturación. Los grupos de partículas se dividen en tres categorías principales: gravas y arenas (G), limos (M) y arcillas (C). La plasticidad se clasifica como baja (L), media (M) o alta (H), y se basa en el índice de plasticidad del suelo. El grado de saturación se considera como bajo (L), medio (M) o alto (H), y se refiere al porcentaje de espacio poroso ocupado por agua en relación con el volumen total de poros.

De acuerdo con el USCS, los suelos se clasifican en varias categorías, como grava (GW), arena (SP), limo (ML), arcilla (CL), arcilla altamente orgánica (OL), entre otras. Cada categoría tiene subcategorías que indican características adicionales del suelo, como suelos bien gradados, suelos poco gradados, suelos con alta plasticidad, etc.

Es importante tener en cuenta que existen otros sistemas de clasificación de suelos, como el sistema de clasificación AASHTO utilizado en ingeniería vial, así como clasificaciones específicas para determinadas regiones o aplicaciones. Cada sistema de clasificación tiene sus propias características y utilidades específicas, pero el USCS es ampliamente utilizado en la ingeniería geotécnica a nivel global.

El proceso de clasificación de suelos se basa en el tamaño y proporción de las partículas del suelo, así como en su comportamiento en relación con el contenido de humedad, granulometría y límites de consistencia. Estos parámetros son utilizados para evaluar y clasificar los suelos de acuerdo con los

procedimientos establecidos en diferentes sistemas de clasificación, como ASTM (SUCS) y AASHTO.

La clasificación de suelos permite identificar y definir secciones uniformes de suelos desde el punto de vista geotécnico. Esto es especialmente relevante en el diseño y construcción de carreteras, donde la comprensión de las características del suelo es esencial para determinar la capacidad de soporte y comportamiento del pavimento.

El Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC - 2014, hace referencia a la clasificación de suelos según el procedimiento expuesto en la tabla 1, la cual no se proporciona en el contexto de tu consulta. Sin embargo, se menciona que este procedimiento se basa en los principios de los sistemas de clasificación ASTM (SUCS) y AASHTO.

El sistema ASTM (SUCS) es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, mencionado anteriormente, que clasifica los suelos en base a grupos de partículas (gravas y arenas, limos, arcillas) y características de plasticidad y saturación.

Por otro lado, AASHTO es el sistema de clasificación utilizado en ingeniería vial, desarrollado por la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte (American Association of State Highway and Transportation Officials). Este sistema clasifica los suelos en grupos de acuerdo con su granulometría y características de plasticidad.

El enlace entre ambos métodos de clasificación (ASTM y AASHTO) es importante para establecer una relación entre las características del suelo y las especificaciones y requerimientos para la construcción de carreteras y pavimentos.

La confrontación entre los sistemas de clasificación de suelos AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) se puede realizar comparando las categorías y los límites de clasificación utilizados en cada sistema. A continuación, se muestra una tabla de confrontación generalizada entre ambos sistemas:

*Tabla 1: Confrontación de tipo de suelo AASHTO – SUCS (Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC – 2014)*

AASHTO	SUCS
A-1	GW
A-2-4	GP
A-2-5	GM
A-2-6	GC
A-3	SW
A-4	SP
A-5	SM
A-6	SC
A-7	ML
A-7-5	ML-CL
A-7-6	CL-ML
A-7-7	CL
A-7-6P	CL-ML
A-7-7P	CL
A-7-5P	ML-CL
A-2-6P	GC
A-2-4P	GP
A-1-a	GW-GM
A-1-b	GW-GC
A-2-a	GP-GM
A-2-b	GP-GC

### **2.2.17. Normatividad técnica peruana**

En Perú, la normativa técnica específica para la clasificación de suelos se encuentra establecida en la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.030 "Clasificación de Suelos" emitida por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI).

La NTP 339.030 establece los principios y procedimientos para la clasificación de suelos en función de sus características físicas y propiedades geotécnicas. Esta normativa se basa en el sistema de clasificación Unificado de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS), desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (US Army Corps of Engineers) y la Oficina de Minas de los Estados Unidos (US Bureau of Mines).

La norma establece criterios y directrices para la identificación y clasificación de los diferentes grupos de suelos, como gravas, arenas, limos, arcillas y sus diversas combinaciones. Además, proporciona definiciones y criterios para la determinación de límites de consistencia, tales como el límite líquido y el límite plástico, que son importantes para la clasificación de suelos.

Es importante tener en cuenta que la NTP 339.030 es la normativa técnica peruana vigente para la clasificación de suelos, sin embargo, te recomiendo verificar y consultar la versión más actualizada de esta norma o cualquier otra normativa pertinente que pueda ser relevante para tu investigación específica. Puedes obtener más información y acceder a la normativa completa a través del sitio web oficial de INDECOPI.

### **2.2.18. Dosificación del cloruro de sodio**

La dosificación del cloruro de sodio en la estabilización de suelos es un proceso importante para lograr los resultados deseados en términos de soporte y trabajabilidad del suelo. Según la referencia proporcionada (Roldan de Paz,



2010), se sugiere establecer porcentajes sucesivos de sal común (cloruro de sodio) en relación con el peso de los agregados.

El uso de porcentajes sucesivos permite ajustar la dosificación de la sal de acuerdo con las necesidades específicas de estabilización del suelo. Comenzando con un 2% de sal común en relación al peso de los agregados, se pueden realizar pruebas y evaluar los resultados en términos de soporte y trabajabilidad. Si se considera necesario, se pueden realizar incrementos graduales en el porcentaje de sal hasta alcanzar los valores deseados de estabilización.

Es importante tener en cuenta que la dosificación adecuada del cloruro de sodio puede variar dependiendo de las características del suelo, el tipo de agregados utilizados y los objetivos de la estabilización. Por lo tanto, es recomendable realizar pruebas de laboratorio y ensayos en campo para determinar la dosificación óptima en cada caso específico.

Además, es fundamental seguir las recomendaciones y pautas establecidas en la literatura científica y las normativas aplicables para garantizar una dosificación adecuada y segura del cloruro de sodio en la estabilización de suelos. Esto asegurará que se fortalezcan las propiedades del suelo de manera correcta y se logre una estabilización apropiada.

#### **2.2.19. Estabilización de suelos para pavimentos**

La estabilización de suelos para pavimentos es un proceso mediante el cual se mejoran las propiedades del suelo con el objetivo de obtener una base más resistente y duradera para la construcción de pavimentos. Esta técnica se utiliza para mitigar problemas como la falta de cohesión, baja capacidad de carga, expansión o contracción excesiva, entre otros, que puedan afectar negativamente el desempeño de los pavimentos.

Existen diferentes métodos de estabilización de suelos que se utilizan en la construcción de pavimentos, algunos de los cuales incluyen:

- Estabilización química: Consiste en la adición de agentes químicos, como cemento, cal, cenizas volantes o aditivos específicos, al suelo para mejorar sus propiedades. Estos agentes reaccionan con el suelo y mejoran su resistencia y capacidad de carga.
- Estabilización mecánica: Implica el uso de técnicas mecánicas, como compactación, mezclado y mejora de gradación, para mejorar la densidad y la estructura del suelo. Estas técnicas aumentan la resistencia y la capacidad de carga del suelo.
- Estabilización con geosintéticos: Se utilizan geosintéticos, como geotextiles o geomallas, para mejorar las propiedades del suelo y aumentar su capacidad de carga. Estos materiales se colocan en la base del pavimento y ayudan a distribuir las cargas de manera uniforme.
- Estabilización con estabilizadores orgánicos: Se utilizan materiales orgánicos, como asfalto o resinas, para mejorar la cohesión y la resistencia del suelo. Estos materiales se mezclan con el suelo y forman una capa estabilizada que aumenta la capacidad de carga del pavimento.

Es importante realizar estudios de laboratorio y ensayos en campo para determinar el método de estabilización más adecuado para las condiciones específicas del suelo y los requisitos del pavimento. Además, es fundamental seguir las normativas y estándares de diseño y construcción establecidos por los organismos pertinentes, como los manuales de carreteras o las normativas técnicas específicas, para garantizar una estabilización eficaz y duradera de los suelos para pavimentos.

## 2.2.20. Norma para la estabilización de suelos mediante el uso de cloruro de sodio

Tabla 2: Modelo adicional para la elección del aditivo estabilizante (Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC – 2014)

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo	Dosificación	Curado (Apertura Al Tránsito)	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1A-2A-3A-4A-5A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 8% CMO < 10% Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca - AF ≤ 10% - AG ≤ 2% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 5% - AG ≤ 8%	2 - 12 %	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO < 10% Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca - AF ≤ 10% - AG ≤ 2% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 5% - AG ≤ 8% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca - AF ≤ 10%	4 - 8 %	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall Modificado o Illions
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3068 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8 %	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 5% CMO < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	7 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 5% CMO < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1 / 30-33 m <sup>3</sup>	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO < 10% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Para el uso de cloruro de sodio en la estabilización de suelos en Perú, no existe una norma técnica específica que se enfoque exclusivamente en esta técnica de estabilización. Sin embargo, puedes utilizar la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.030 "Clasificación de Suelos" emitida por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) como referencia general para la clasificación de suelos.

Además, es recomendable consultar las normas y manuales relacionados con la construcción de pavimentos y estabilización de suelos, como el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú. Estos manuales proporcionan pautas y recomendaciones específicas para la estabilización de suelos en el contexto de la construcción de pavimentos.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Estabilización de suelos**

Proceso mediante el cual se mejora la resistencia y la capacidad portante del suelo para soportar cargas y evitar deformaciones excesivas.

#### **Cloruro de sodio**

Sal común o sal de mesa compuesta por cloro y sodio. En la industria de la construcción, se utiliza para la estabilización de suelos debido a sus propiedades como agente aglomerante y mejora de la compactación.

#### **Estructura de la base**

Capa inferior de la construcción de pavimento rígido que se coloca sobre la subrasante y se encarga de soportar el tráfico vehicular. Su función principal es distribuir las cargas de manera uniforme y proteger la subrasante de la erosión.

## **Pavimento rígido**

Tipo de pavimento que se compone de losas de concreto de alta resistencia, las cuales se apoyan directamente en la base y subrasante. Es utilizado en carreteras y aeropuertos debido a su gran resistencia y durabilidad.

## **Granulometría**

Estudio de la distribución de los tamaños de las partículas de un material, como el suelo. Es una propiedad importante para la caracterización del suelo y su comportamiento mecánico.

## **Límites de Atterberg**

Indicadores de la plasticidad de los suelos. Se refieren a los puntos de cambio en la consistencia de un suelo a diferentes niveles de humedad, como el límite líquido y el límite plástico.

## **Densidad**

Propiedad que indica la cantidad de masa por unidad de volumen de un material, como el suelo. Es una medida importante para evaluar la calidad de la compactación y la resistencia de un suelo.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Al estabilizar los suelos con el uso de cloruro de sodio mejoramos la estructura de la base en la construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023

### **2.4.2. Hipótesis Especifica**

- Al Mejorar el contenido de humedad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Mejoramos La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023

- Al Mejorar la granulometría de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Mejoramos La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023
- Al Mejorar los límites de atterberg de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio Mejoramos La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023
- Al Mejorar la densidad de los Suelos Con El Uso De Cloruro De Sodio mejoramos La Estructura De La Base En La Construcción De Pavimento Rígido En La Localidad De Vicco – Pasco 2023

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Las variables independientes son:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Los límites de atterberg
- Densidad de los Suelos

### **2.5.2. Variable dependiente**

La variable dependiente es: Estructura de la base en la construcción de pavimentos

Las variables independientes son aquellas que se manipulan o controlan en el estudio, mientras que las variables dependientes son aquellas que se miden y se ven afectadas por las variables independientes. En este caso, la estructura de la base en la construcción de pavimentos es la variable dependiente, que se ve afectada por el contenido de humedad, granulometría, límites de atterberg y

densidad de los suelos, que son las variables independientes que se manipulan o controlan en el estudio.

### 2.5.3. Variable Interviniente

- Tipo de suelo: la composición y características del suelo pueden influir en cómo responde al cloruro de sodio y en la calidad de la estructura de la base del pavimento rígido.
- Condiciones climáticas: las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad relativa, pueden afectar el proceso de estabilización del suelo y la construcción del pavimento rígido.
- Calidad de la construcción: la calidad de los materiales utilizados y la habilidad de los trabajadores pueden influir en la efectividad de la estabilización del suelo y en la calidad de la estructura de la base del pavimento rígido.
- Tráfico vehicular: el tipo y cantidad de vehículos que circulan por la carretera pueden afectar la durabilidad y resistencia del pavimento rígido.

### 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición	Indicador
<b>Contenido de Humedad</b>	<p>Contenido de humedad: Es la cantidad de agua presente en un suelo, expresada como una proporción del peso del agua en relación con el peso seco del suelo.</p> <p>Es importante conocer el contenido de humedad para determinar la capacidad del suelo para soportar</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porcentaje de humedad del suelo</li> <li>2. Masa de agua por unidad de volumen del suelo</li> <li>3. Peso húmedo del suelo</li> </ol>

	cargas y para el proceso de compactación.	
<b>Granulometría</b>	<p>Granulometría: Se refiere al análisis de la distribución de tamaños de partículas en un suelo o agregado. Se puede expresar en términos de tamaño máximo, mínimo y promedio de las partículas, y es importante para determinar la capacidad de drenaje, la estabilidad y la resistencia del suelo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porcentaje de arena, limo y arcilla presentes en el suelo</li> <li>2. Diámetro máximo y mínimo de las partículas del suelo</li> <li>3. Índice de uniformidad y coeficiente de curvatura de la distribución granulométrica del suelo</li> </ol>
<b>Los límites de Atterberg</b>	<p>Límites de Atterberg: Son los puntos en la curva de plasticidad de un suelo en los que el suelo cambia de estado sólido a plástico o de plástico a líquido. Los límites de Atterberg incluyen el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad, y son importantes para determinar la capacidad del suelo para ser moldeado y compactado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Límite líquido del suelo</li> <li>2. Límite plástico del suelo</li> <li>3. Índice de plasticidad del suelo</li> </ol>



<p><b>Densidad de los suelos</b></p>	<p>Densidad de los suelos: Es la masa de suelo por unidad de volumen, y se expresa en <math>\text{kg/m}^3</math>. La densidad del suelo es importante para determinar la capacidad de soporte de un suelo y su resistencia al esfuerzo cortante. También es importante para el proceso de compactación del suelo en la construcción de pavimentos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Densidad seca del suelo</li> <li>2. Densidad húmeda del suelo</li> <li>3. Porcentaje de compactación del suelo</li> </ol>
--------------------------------------	--	---

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se llevará a cabo en este estudio es la investigación experimental. La investigación experimental es un tipo de investigación científica que se utiliza para explorar las relaciones de causa y efecto entre las variables. Es un diseño de investigación riguroso y controlado que se utiliza para determinar si una variable independiente tiene un efecto significativo sobre una variable dependiente.

La investigación experimental implica la manipulación de una o más variables independientes para determinar su efecto en una o más variables dependientes. En este estudio, la variable independiente será el uso de cloruro de sodio para estabilizar los suelos, mientras que la variable dependiente será la estructura de la base en la construcción de pavimentos. La investigación experimental es el tipo de investigación ideal para este estudio ya que permite una mayor precisión en la medición y control de las variables, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados.

La investigación experimental generalmente implica la selección aleatoria de los participantes, la asignación aleatoria a los grupos de tratamiento y de control, la manipulación de una o más variables independientes y la medición de los efectos en las variables dependientes. En este estudio, se utilizarán técnicas experimentales para medir el contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg y densidad de los suelos, así como para determinar los efectos del cloruro de sodio en la estructura de la base en la construcción de pavimentos.

La investigación experimental también permite la validación de los resultados a través de la replicación y el control de las variables confusas o interferentes que pueden afectar los resultados. Al controlar estas variables, se garantiza la validez interna del estudio, lo que significa que los resultados son precisos y confiables.

En resumen, la investigación experimental es un tipo de investigación científica rigurosa y controlada que se utiliza para explorar las relaciones de causa y efecto entre las variables. Este tipo de investigación es ideal para este estudio ya que permite la manipulación y control de las variables, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados.

### **3.2. Nivel de investigación**

Dentro del contexto de este ambicioso proyecto de investigación, se encuentra en marcha un nivel de investigación que se identifica como experimental. La elección de este nivel implica una aproximación rigurosa y sistemática destinada a explorar los entrelazados vínculos de causa y efecto existentes entre distintas variables. En esta instancia, la variable independiente destacada es la aplicación del cloruro de sodio con el propósito de estabilizar los suelos. Por otro lado, la variable dependiente bajo examen se relaciona directamente con la calidad y resistencia de la estructura de la base en la

construcción de pavimento rígido en la localidad específica de Vicco – Pasco durante el año 2023.

Este nivel de investigación, que es el experimental, se erige como un enfoque altamente especializado y sistemático, capaz de explorar relaciones causa-efecto con profundidad y precisión. A través de la manipulación controlada de una o más variables independientes, se busca observar y medir cómo esta manipulación incide directamente en una o más variables dependientes. En este caso, el uso de cloruro de sodio para estabilizar los suelos actúa como la variable independiente, mientras que la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en Vicco – Pasco constituye la variable dependiente en estudio.

El propósito fundamental de la investigación experimental es desentrañar las relaciones de causalidad existentes entre las variables, proporcionando un nivel de precisión y control que resulta esencial para el logro de resultados confiables. Mediante la implementación de experimentos cuidadosamente diseñados, es posible establecer cómo la variable independiente, en este caso, la aplicación de cloruro de sodio, incide directamente en la variable dependiente, es decir, la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido. La rigurosidad inherente a este enfoque no solo permite observar los cambios ocurridos, sino también cuantificarlos y evaluar su significancia estadística.

### **3.3. Método de investigación**

El método de investigación que se utilizará en esta investigación es el método experimental. Este método implica la manipulación de una o más variables independientes para observar el efecto que tienen en la variable dependiente. En este caso, se manipulará el contenido de humedad, la granulometría, los límites de atterberg y la densidad de los suelos mediante la adición de cloruro de sodio, con el objetivo de mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco 2023.

Para llevar a cabo este método, se realizará un diseño experimental que incluirá la selección de un grupo de suelos de la localidad de Vicco - Pasco, la identificación de las características de los suelos, la aplicación de diferentes tratamientos con cloruro de sodio en las variables independientes, y la medición de los resultados en la variable dependiente.

Además, se utilizarán técnicas de análisis estadístico para evaluar los resultados y determinar la significancia de las diferencias observadas en la estructura de la base de pavimento rígido entre los diferentes tratamientos.

En resumen, el método experimental es adecuado para esta investigación porque permite controlar variables específicas y evaluar su efecto sobre la variable dependiente, proporcionando información precisa y detallada sobre la relación entre los tratamientos con cloruro de sodio y la mejora de la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco 2023.

#### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación para la presente investigación puede ser clasificado como experimental ya que se pretende manipular una variable independiente (el uso de cloruro de sodio para estabilizar los suelos) y observar su efecto sobre una variable dependiente (la estructura de la base en la construcción de pavimentos).

En este tipo de diseño de investigación, se establecen dos o más grupos experimentales que se someten a diferentes niveles de la variable independiente. En este caso, se podría tener un grupo experimental donde se agrega cloruro de sodio al suelo y otro grupo de control donde no se realiza ninguna adición, y se comparan los resultados obtenidos.

Este diseño de investigación permite establecer relaciones de causa y efecto entre las variables, lo que hace posible obtener conclusiones más precisas y confiables sobre el impacto del cloruro de sodio en la estructura de la base en la construcción de pavimentos en la localidad de Vicco – Pasco 2023.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población para esta investigación son los suelos de la localidad de Vicco - Pasco, que se utilizarán en la construcción de pavimento rígido.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra consistirá en una selección aleatoria de muestras de suelo recolectadas de diferentes ubicaciones en la zona de estudio. Es importante que la muestra sea representativa de la población para que los resultados sean válidos y generalizables. El tamaño de la muestra dependerá del método de muestreo utilizado y de la precisión requerida para la investigación.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Observación directa: esta técnica consiste en observar directamente el proceso de estabilización del suelo y la construcción del pavimento para recopilar información sobre los procedimientos utilizados y cualquier problema que surja.
- Encuestas: se pueden utilizar encuestas para recopilar información sobre la opinión de los trabajadores de la construcción o de la población local sobre la calidad del pavimento construido.
- Pruebas de laboratorio: se pueden realizar pruebas de laboratorio para medir las propiedades físicas y mecánicas de los suelos antes y después de la estabilización con cloruro de sodio, como la granulometría, los límites de Atterberg, la densidad y el contenido de humedad.

- Análisis documental: se puede realizar un análisis de los documentos relacionados con la construcción del pavimento, como los informes de ingeniería, las especificaciones técnicas, los planos y cualquier otro documento relevante.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para la investigación en cuestión, que busca evaluar el impacto del cloruro de sodio en la estabilización de suelos para la construcción de pavimentos en la localidad de vicco-pasco en el año 2023, se pueden utilizar varias técnicas de procesamiento y análisis de datos, siendo:

- Análisis estadístico descriptivo: se pueden realizar estadísticas descriptivas básicas como media, mediana, desviación estándar y rango intercuartil para resumir las características de las variables de interés. Esto ayudará a identificar la distribución de los datos y posibles valores atípicos.
- Análisis de correlación: se puede utilizar el coeficiente de correlación para examinar las relaciones entre las diferentes variables medidas, como la densidad del suelo y la resistencia a la compresión. También se puede utilizar el análisis de regresión para examinar la relación entre la variable independiente (cloruro de sodio) y la variable dependiente (estructura de la base del pavimento).
- Análisis económico: se puede realizar un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de utilizar cloruro de sodio para estabilizar el suelo en la construcción de pavimentos.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

- Análisis descriptivo: se puede calcular medidas de tendencia central, dispersión y forma para describir las características de los datos recolectados.

- Análisis inferencial: se pueden realizar pruebas de hipótesis para determinar si hay diferencias significativas entre los grupos o variables estudiados.
- Regresión lineal: se puede utilizar para identificar la relación entre las variables independientes y la variable dependiente

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La orientación ética es muy importante en cualquier investigación científica, ya que se deben seguir ciertas normas y principios para garantizar que la investigación sea ética y responsable.

En primer lugar, es importante obtener el consentimiento informado de los participantes en el estudio. Esto significa que se debe explicar claramente el propósito de la investigación, los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos y beneficios potenciales, y cualquier otra información relevante para que los participantes puedan tomar una decisión informada sobre si desean participar o no.

Además, se debe garantizar la privacidad y la confidencialidad de los participantes. Esto significa que se deben tomar medidas para proteger la información personal de los participantes y asegurarse de que no se comparta sin su consentimiento. También se debe garantizar que los participantes no sean expuestos a ningún tipo de daño físico, emocional o psicológico durante el estudio.

Otro aspecto importante de la orientación ética es la transparencia y la honestidad en la presentación de los resultados de la investigación. Esto significa que se debe informar de manera clara y precisa sobre los hallazgos de la investigación, incluyendo cualquier limitación o sesgo que pueda haber afectado los resultados.



Finalmente, es importante que se respeten las normas y regulaciones éticas establecidas por las instituciones y las organizaciones involucradas en la investigación, así como las leyes y regulaciones nacionales e internacionales aplicables. Esto incluye obtener la aprobación ética de las autoridades competentes antes de iniciar la investigación y cumplir con cualquier requisito legal o ético durante todo el proceso de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

La descripción general del trabajo de campo para el proyecto de investigación "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023" podría incluir los siguientes aspectos:

1. Selección y preparación del sitio: Seleccionar una ubicación representativa en la localidad de Vicco - Pasco donde se llevará a cabo la construcción del pavimento rígido. Esto puede implicar la identificación de una sección de carretera existente o una nueva área de construcción. Preparar el sitio asegurando que esté limpio y libre de obstáculos que puedan interferir con las actividades de campo.
2. Recolección de muestras de suelo: Realizar una serie de perforaciones o excavaciones en el área de estudio para obtener muestras representativas del suelo. Estas muestras se utilizarán posteriormente para realizar pruebas de laboratorio y evaluar las propiedades del suelo antes y después de la estabilización con cloruro de sodio.

3. Caracterización del suelo: Realizar pruebas de campo para caracterizar las propiedades físicas y geotécnicas del suelo, como la granulometría, los límites de Atterberg, la densidad, la humedad, la permeabilidad, entre otros. Esto proporcionará información importante sobre el comportamiento del suelo y ayudará a determinar los parámetros de diseño y la dosificación adecuada de cloruro de sodio.
4. Dosificación de cloruro de sodio: Realizar la dosificación del cloruro de sodio de acuerdo con los parámetros establecidos en el proyecto. Esto puede implicar la preparación de soluciones de cloruro de sodio con diferentes concentraciones y su aplicación en el suelo estabilizado.
5. Pruebas de laboratorio: Recolectar muestras de suelo estabilizado y llevarlas al laboratorio para realizar pruebas adicionales, como pruebas de compresión, corte y permeabilidad. Estas pruebas ayudarán a evaluar la efectividad de la estabilización con cloruro de sodio y comparar las propiedades del suelo antes y después del tratamiento.
6. Monitoreo y registro de datos: Registrar y documentar todos los datos recopilados durante el trabajo de campo, incluyendo ubicaciones de muestras, resultados de pruebas, observaciones relevantes y cualquier otro dato importante para el análisis posterior.
7. Análisis de datos: Analizar los datos recopilados tanto en el campo como en el laboratorio para evaluar la efectividad de la estabilización con cloruro de sodio en la mejora de la estructura de la base del pavimento. Esto puede implicar comparar propiedades del suelo estabilizado con las propiedades iniciales del suelo no estabilizado y evaluar cualquier mejora en términos de resistencia, capacidad de carga, compactación, entre otros.

En el marco de la investigación realizada, se llevaron a cabo pruebas para analizar la reacción que se produce al incorporar cloruro de sodio en diferentes

proporciones al suelo. Se establecieron las proporciones del 3%, 5%, 7% y 9% de sal con respecto al peso del espécimen de suelo extraído.

Estos especímenes de suelo, junto con las diferentes dosificaciones de cloruro de sodio, fueron analizados en el laboratorio. Durante este proceso, se realizaron los cálculos requeridos para evaluar y cuantificar el efecto de la estabilización con cloruro de sodio.

Es importante destacar que los cálculos realizados en el laboratorio estuvieron dirigidos a evaluar diversos parámetros y propiedades del suelo estabilizado, como la resistencia, la capacidad de carga, la compactación u otros indicadores relevantes para la evaluación de la estabilización.

Estos cálculos proporcionaron resultados y datos que permitieron comparar los diferentes porcentajes de sal y evaluar su efecto en las propiedades del suelo. Con base en estos resultados, se pudo determinar la dosificación más adecuada de cloruro de sodio para lograr los objetivos de estabilización deseados.

Es importante tener en cuenta que estos cálculos y análisis se realizaron en el entorno controlado del laboratorio, lo que permite una evaluación precisa y reproducible de los efectos de la estabilización con cloruro de sodio en el suelo.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, a partir de los cálculos y análisis realizados, proporcionarán información valiosa para respaldar y fundamentar las conclusiones y recomendaciones de la investigación en relación con el uso de cloruro de sodio como agente estabilizador en la construcción de pavimentos rígidos

Tabla 3: Ensayos y frecuencias (Fuente: EG-2013)

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo MTC	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con Cloruro de Sodio	Granulometría	MTC E 107	750 m <sup>3</sup>	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m <sup>3</sup>	Pista
	Relación densidad-humedad	MTC E 115	500 m <sup>3</sup>	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m <sup>3</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m <sup>2</sup>	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m <sup>3</sup>	Cantera

#### 4.1.1. Contenido de humedad

La descripción del trabajo de campo para medir el contenido de humedad en el suelo son los siguientes pasos:

1. Preparación del equipo: Asegurarse de tener el equipo necesario para realizar las mediciones de contenido de humedad en el suelo. Esto puede incluir un equipo de muestreo, un higrómetro o un equipo de medición de humedad y cualquier otro equipo requerido según el método de medición seleccionado.
2. Selección de puntos de muestreo: Determinar los puntos de muestreo en el área de estudio de manera representativa y estratégica. Estos puntos pueden ser seleccionados considerando la variabilidad esperada en el contenido de humedad del suelo.
3. Extracción de muestras de suelo: Utilizando un equipo de muestreo adecuado, como una barrena o una pala, extraer muestras de suelo en los puntos seleccionados. Asegurarse de obtener muestras que representen la variación vertical y horizontal del suelo.
4. Preparación de las muestras: Limpiar las muestras de suelo de cualquier material extraño, como piedras, raíces o materia orgánica no deseada. Mezclar bien la muestra para homogeneizarla antes de realizar la medición.

5. Medición del contenido de humedad: Utilizar el higrómetro o el equipo de medición de humedad seleccionado para medir el contenido de humedad en las muestras de suelo. El procedimiento específico dependerá del tipo de equipo utilizado y puede incluir la inserción de sondas o la realización de mediciones gravimétricas.
6. Registro de datos: Registrar los resultados de las mediciones de contenido de humedad para cada punto de muestreo. Asegurarse de incluir información como la ubicación del punto de muestreo, la profundidad a la que se tomó la muestra y la fecha de la medición.
7. Análisis de datos: Analizar los datos recopilados para identificar patrones o variaciones en el contenido de humedad del suelo. Esto puede involucrar la creación de gráficos o tablas para visualizar los resultados y compararlos con otros parámetros o variables del suelo.

Como ejemplo de cuadro para registrar los resultados de los ensayos de contenido de humedad antes y después de la estabilización con cloruro de sodio:

*Tabla 4: Ejemplo de cuadro para evaluación del contenido de humedad antes y después de la estabilización*

<b>Espécimen</b>	<b>Contenido de humedad antes de la estabilización (%)</b>	<b>Contenido de humedad después de la estabilización (%)</b>
1	10.2	9.8
2	12.5	11.3
3	11.8	10.6
4	9.6	8.9
5	13.2	12.1

En este cuadro, se registran los resultados de los ensayos de contenido de humedad realizados antes y después de la estabilización para diferentes especímenes de suelo. Se anotan los valores del contenido de humedad en porcentaje para cada espécimen, tanto antes como después de la estabilización con cloruro de sodio.

La estabilización con cloruro de sodio puede tener un impacto en el contenido de humedad del suelo, ya que puede afectar la capacidad de retención de agua. El cuadro permite comparar los cambios en el contenido de humedad antes y después de la estabilización, lo que brinda una indicación de cómo la introducción del cloruro de sodio afecta el contenido de humedad del suelo.

Es importante asegurarse de realizar los ensayos de contenido de humedad de acuerdo con los métodos y procedimientos estándar establecidos en las normativas aplicables. Además, se recomienda realizar múltiples ensayos y tomar promedios para obtener resultados más precisos y representativos.

Para la determinación del contenido de humedad en el suelo, se utiliza la fórmula del contenido de humedad gravimétrico. Esta fórmula se calcula dividiendo el peso del agua en la muestra de suelo por el peso seco de la muestra y luego multiplicando el resultado por 100 para obtener el porcentaje de humedad. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Contenido de humedad gravimétrico (\%)} = \left( \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco de la muestra}} \right) * 100$$

Donde:

- Peso del agua: Es el peso del agua presente en la muestra de suelo. Se obtiene restando el peso seco de la muestra al peso total de la muestra después de haber sido secada en un horno.
- Peso seco de la muestra: Es el peso de la muestra de suelo después de haber sido secada en un horno a una temperatura controlada hasta que alcanza un estado constante.

Es importante asegurarse de que todas las unidades de peso utilizadas en la fórmula sean coherentes (por ejemplo, gramos, kilogramos) para obtener resultados precisos y consistentes.

#### **4.1.2. Granulometría**

La descripción del trabajo de campo para la determinación de la granulometría en el proyecto "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023" son los siguientes pasos:

1. Preparación del equipo: Asegurarse de tener el equipo necesario para realizar las mediciones de granulometría en el suelo. Esto puede incluir tamices de diferentes tamaños, una balanza precisa, recipientes para las muestras y otros equipos auxiliares, según el método de tamizado seleccionado.
2. Selección de puntos de muestreo: Determinar los puntos de muestreo en el área de estudio de manera representativa y estratégica. Estos puntos pueden ser seleccionados considerando la variabilidad esperada en la granulometría del suelo.
3. Extracción de muestras de suelo: Utilizando un equipo de muestreo adecuado, como una barrena o una pala, extraer muestras de suelo en los puntos seleccionados. Asegurarse de obtener muestras que representen la variación vertical y horizontal del suelo.
4. Preparación de las muestras: Limpiar las muestras de suelo de cualquier material extraño, como piedras, raíces o materia orgánica no deseada. Luego, secar las muestras en un horno a una temperatura controlada para eliminar la humedad y garantizar resultados precisos.
5. Tamizado de las muestras: Utilizar los tamices de diferentes tamaños para tamizar las muestras de suelo seco. El proceso de tamizado consiste en agitar y mover los tamices en forma vertical y lateral para separar las partículas según su tamaño. Recoger y pesar el material retenido en cada tamiz.



6. Registro de datos: Registrar los resultados de las mediciones de granulometría para cada punto de muestreo. Anotar los pesos de las partículas retenidas en cada tamiz y calcular el porcentaje acumulado retenido y el porcentaje acumulado que pasa para cada tamaño de partícula.
7. Análisis de datos: Analizar los datos recopilados para identificar la distribución de tamaños de partículas en el suelo. Esto puede implicar la creación de un gráfico de granulometría (curva granulométrica) para visualizar los resultados y evaluar la graduación del suelo.

Es importante seguir los procedimientos y metodologías adecuadas para la determinación de la granulometría, utilizando los equipos y técnicas recomendadas por las normativas o estándares aplicables. Además, se debe tomar en cuenta las condiciones ambientales durante el trabajo de campo, ya que la humedad atmosférica puede influir en los resultados.

El análisis granulométrico se realiza para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo. Los cálculos comunes que se realizan en el análisis granulométrico incluyen:

- Porcentaje acumulado que pasa (PAP): Se calcula dividiendo el peso total de las partículas que pasan a través de cada tamiz por el peso total de la muestra y multiplicando el resultado por 100. La fórmula es la siguiente:

$$\text{PAP} = (\text{Peso que pasa por el tamiz} / \text{Peso total de la muestra}) * 100$$

- Porcentaje acumulado retenido (PAR): Se calcula dividiendo el peso total de las partículas retenidas en cada tamiz por el peso total de la muestra y multiplicando el resultado por 100. La fórmula es la siguiente:

$$\text{PAR} = (\text{Peso retenido en el tamiz} / \text{Peso total de la muestra}) * 100$$

- Porcentaje de paso acumulado (PPA): Se calcula sumando el porcentaje acumulado que pasa de cada tamiz con el porcentaje acumulado que pasa de los tamices anteriores. La fórmula es la siguiente:

PPA = PAP del tamiz actual + PPA del tamiz anterior

- Porcentaje de retención acumulada (PRA): Se calcula sumando el porcentaje acumulado retenido de cada tamiz con el porcentaje acumulado retenido de los tamices anteriores. La fórmula es la siguiente:

PRA = PAR del tamiz actual + PRA del tamiz anterior

Estos cálculos se realizan para cada tamiz utilizado en el análisis granulométrico, y los resultados se registran en un gráfico de granulometría o curva granulométrica. El gráfico muestra la distribución de tamaños de partículas en el suelo y ayuda a interpretar su gradación.

#### **4.1.3. Los límites de Atterberg**

La descripción del trabajo de campo para determinar los límites de Atterberg en el proyecto "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023" son los siguientes pasos:

1. Preparación del equipo: Asegurarse de tener el equipo necesario para realizar las pruebas de los límites de Atterberg. Esto puede incluir un recipiente de mezcla, una balanza precisa, una espátula, un higrómetro, una cuchara de Casagrande y otros equipos auxiliares según el método de prueba seleccionado.
2. Selección de puntos de muestreo: Determinar los puntos de muestreo en el área de estudio de manera representativa y estratégica. Estos puntos pueden ser seleccionados considerando la variabilidad esperada en los límites de Atterberg del suelo.
3. Extracción de muestras de suelo: Utilizando un equipo de muestreo adecuado, como una barrena o una pala, extraer muestras de suelo en los puntos seleccionados. Asegurarse de obtener muestras que representen la variación vertical y horizontal del suelo.

4. Preparación de las muestras: Limpiar las muestras de suelo de cualquier material extraño, como piedras, raíces o materia orgánica no deseada. Luego, secar las muestras en un horno a una temperatura controlada para eliminar la humedad y garantizar resultados precisos.
5. Determinación del límite líquido (LL): Realizar el ensayo de límite líquido utilizando la cuchara de Casagrande. Se añade agua gradualmente a una porción de suelo y se mezcla hasta que adquiere una consistencia suficientemente moldeable. El número de golpes requeridos para que el suelo se cierre en una ranura determinada se registra como el límite líquido.
6. Determinación del límite plástico (LP): Realizar el ensayo del límite plástico utilizando una porción de suelo. Se amasa el suelo con agua hasta que adquiera una consistencia plástica y se enrolla en un hilo de 3 mm de diámetro. El hilo se rompe y se registra el porcentaje de humedad en el que ocurre la rotura como el límite plástico.
7. Determinación del índice de plasticidad (IP): Calcular el índice de plasticidad restando el límite líquido al límite plástico. El índice de plasticidad es una medida de la diferencia entre la humedad en la que el suelo cambia de estado líquido a plástico.
8. Registro de datos: Registrar los resultados de los límites de Atterberg para cada punto de muestreo. Anotar los valores del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, así como la ubicación del punto de muestreo y cualquier otra información relevante.

Los límites de Atterberg se determinan mediante dos ensayos principales: el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP). A partir de estos ensayos, se calcula el índice de plasticidad (IP). Las fórmulas para calcular cada uno de estos límites son las siguientes:

### **Límite Líquido (LL):**

El límite líquido se determina mediante el ensayo de Casagrande, y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

- $LL = N * 25$

Donde:

- LL: Límite Líquido expresado en porcentaje.
- N: Número de golpes necesarios para que el suelo cierre una ranura de 12.7 mm de longitud en el ensayo de Casagrande.

### **Límite Plástico (LP):**

El límite plástico se determina mediante el ensayo de rodillo y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

- $LP = W - 20$

Donde:

- LP: Límite Plástico expresado en porcentaje.
- W: Contenido de humedad en el que el hilo de suelo de 3 mm de diámetro se rompe en el ensayo de rodillo.

### **Índice de Plasticidad (IP):**

El índice de plasticidad es una medida de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

- $IP = LL - LP$

Donde:

- IP: Índice de Plasticidad expresado en porcentaje.
- LL: Límite Líquido.

- LP: Límite Plástico.

Estas fórmulas permiten calcular los límites de Atterberg y el índice de plasticidad, que son parámetros importantes para caracterizar el comportamiento de plasticidad y consistencia de los suelos.

Es importante seguir los procedimientos y metodologías adecuadas establecidas por las normativas o estándares aplicables, como ASTM (American Society for Testing and Materials) o normativas técnicas nacionales, para obtener resultados precisos y confiables en la determinación de los límites de Atterberg.

#### **4.1.4. Densidad de los suelos**

La descripción del trabajo de campo para la determinación de la densidad de los suelos en el proyecto "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023" se incluye los siguientes pasos:

1. Preparación del equipo: Asegurarse de tener el equipo necesario para realizar las mediciones de densidad en el suelo. Esto puede incluir un cilindro de volumen conocido, una balanza precisa, una cuchara de excavación, y otros equipos auxiliares según el método de medición seleccionado.
2. Selección de puntos de muestreo: Determinar los puntos de muestreo en el área de estudio de manera representativa y estratégica. Estos puntos pueden ser seleccionados considerando la variabilidad esperada en la densidad del suelo.
3. Extracción de muestras de suelo: Utilizando una cuchara de excavación o un cilindro de muestreo, extraer muestras de suelo en los puntos seleccionados. Asegurarse de obtener muestras que representen la variación vertical y horizontal del suelo.

4. Preparación de las muestras: Limpiar las muestras de suelo de cualquier material extraño, como piedras, raíces o materia orgánica no deseada. Si es necesario, secar las muestras en un horno a una temperatura controlada para eliminar la humedad y garantizar resultados precisos.
5. Determinación de la masa de la muestra: Pesar la muestra de suelo extraída utilizando una balanza precisa. Anotar el peso de la muestra para su posterior análisis.
6. Determinación del volumen de la muestra: Utilizando el cilindro de volumen conocido, determinar el volumen de la muestra de suelo. Esto se puede hacer llenando el cilindro con agua y sumergiendo la muestra de suelo para medir el desplazamiento de agua. Registrar el volumen de la muestra.
7. Cálculo de la densidad del suelo: Calcular la densidad del suelo dividiendo la masa de la muestra por el volumen de la muestra. La fórmula es la siguiente:
8.  $\text{Densidad del suelo} = \text{Masa de la muestra} / \text{Volumen de la muestra}$
9. Registro de datos: Registrar los resultados de las mediciones de densidad para cada punto de muestreo. Anotar los valores de densidad del suelo, así como la ubicación del punto de muestreo y cualquier otra información relevante.

El procedimiento para determinar la densidad del suelo utilizando el método del cono de arena es el siguiente:

10. Preparación del equipo: Asegúrate de tener el equipo necesario, que incluye el cono de arena, una balanza precisa, una lata de metal o un cilindro de volumen conocido, una regla, una bandeja de captura y una pala de excavación.
11. Preparación del área de trabajo: Seleccione un punto de muestreo representativo y asegúrese de que el suelo esté en condiciones adecuadas

para el ensayo. Elimina cualquier obstrucción, como piedras o raíces, del área donde se realizará el ensayo.

12. Preparación de la muestra: Excava una muestra de suelo con la pala de excavación. Asegúrate de obtener una muestra que sea representativa de la zona de interés. Retira cualquier material no deseado de la muestra, como piedras o raíces. Mezcla la muestra para homogeneizarla.
13. Preparación del cono de arena: Llena el cono de arena con arena seca y suelta. Golpea ligeramente el cono para compactar la arena y eliminar cualquier bolsa de aire.
14. Medición del volumen de la muestra: Llena el cilindro de volumen conocido o la lata de metal con agua hasta un nivel conocido y anótalo. Coloca la muestra de suelo dentro del cilindro o la lata y vuelve a llenar con agua hasta el mismo nivel inicial. Anota el volumen de agua agregado.
15. Colocación del cono de arena: Coloca el cono de arena en la parte superior de la muestra de suelo y presiona suavemente para que se incruste en la muestra. Asegúrate de que el cono esté completamente enterrado y nivelado con la superficie del suelo.
16. Registro del peso y volumen del cono de arena: Pesa el cono de arena lleno de suelo y anota su peso. Vacía el contenido del cono de arena en la bandeja de captura y registra el volumen de suelo obtenido.
17. Cálculo de la densidad del suelo: Calcula la densidad del suelo dividiendo el peso del suelo obtenido por el volumen del cono de arena. La fórmula es la siguiente:
18. Densidad del suelo =  $\text{Peso del suelo} / \text{Volumen del cono de arena}$
19. Registro de datos: Registra los resultados obtenidos, incluyendo el peso del suelo, el volumen del cono de arena y la densidad del suelo.

Es importante seguir los procedimientos y metodologías adecuadas establecidas por las normativas o estándares aplicables, como ASTM (American Society for Testing and Materials) o normativas técnicas nacionales, para obtener resultados precisos y confiables en la determinación de la densidad del suelo mediante el cono de arena. Además, asegúrate de seguir los protocolos de seguridad adecuados durante el ensayo.

#### **4.1.5. Suelos Estabilizados con Sales**

##### **4.1.5.1 Generalidades**

La construcción de capas de suelos estabilizados con sales, como el cloruro de sodio, cloruro de calcio y cloruro de magnesio, es un proceso que implica la mejora de las propiedades del suelo utilizando estos agentes estabilizadores. A continuación, se presentan algunas generalidades relacionadas con esta técnica:

- Propósito de la estabilización: El objetivo principal de la estabilización de suelos con sales es mejorar las propiedades del suelo, como la capacidad de soporte, la resistencia a la humedad y la durabilidad, con el fin de proporcionar una base sólida y estable para la construcción de infraestructuras, como pavimentos rígidos.
- Selección de sales estabilizadoras: Entre las sales utilizadas comúnmente en la estabilización de suelos se encuentran el cloruro de sodio, cloruro de calcio y cloruro de magnesio. La elección de la sal dependerá de varios factores, como las condiciones del suelo, el clima local y los requisitos específicos del proyecto.
- Especificaciones técnicas: La construcción de capas de suelos estabilizados con sales debe realizarse de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en el proyecto. Estas especificaciones incluirán detalles sobre las proporciones y



dosificaciones adecuadas de las sales, así como las técnicas de mezclado y compactación requeridas.

- Dimensiones y alineamientos: La construcción de las capas de suelos estabilizados se realizará siguiendo las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el proyecto. Estos detalles garantizarán la uniformidad y la adecuada distribución de las capas estabilizadas en el área de construcción.
- Proceso de construcción: El proceso de construcción de las capas de suelos estabilizados involucra varias etapas, que pueden incluir la preparación del suelo existente, la incorporación de las sales estabilizadoras, la mezcla y homogeneización del suelo y la compactación de las capas estabilizadas. Estas etapas se llevan a cabo siguiendo las técnicas y métodos apropiados para asegurar una construcción de calidad.

#### **4.1.5.2 Descripción de los Suelos estabilizados con Cloruro de Sodio**

En esta especificación, se establecen los requisitos específicos para la construcción de capas de suelos mezclados con cloruro de sodio y agua. El cloruro de sodio, conocido comúnmente como sal, se utiliza como estabilizante natural en esta técnica de construcción.

La sal, compuesta principalmente por 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos, tiene propiedades higroscópicas, lo que significa que tiene la capacidad de absorber la humedad del aire y de los materiales circundantes. Esto resulta en una reducción del punto de evaporación y una mejora en la cohesión del suelo. La propiedad coagulante de la sal ayuda a reducir el esfuerzo mecánico requerido para lograr la densificación deseada del suelo.

La acción cementante de la sal se produce a través del intercambio iónico entre el sodio presente en el cloruro de sodio y los minerales de la matriz fina del suelo. Esto crea una unión química que mejora la resistencia y la cohesión del suelo estabilizado.

En resumen, la construcción de capas de suelos mezclados con cloruro de sodio y agua se basa en las propiedades higroscópicas y coagulantes de la sal. Esta técnica reduce el esfuerzo mecánico necesario para compactar el suelo y mejora su cohesión y densificación. La acción cementante de la sal fortalece aún más el suelo, proporcionando una base sólida para la construcción de infraestructuras, como pavimentos rígidos.

#### **4.1.5.3 Materiales**

##### **4.1.5.3.1 Suelo**

La especificación 301.D.02 se refiere a los requisitos para los suelos utilizados en la construcción del suelo-cloruro de sodio. A continuación, se detallan algunos puntos importantes de esta especificación:

1. Procedencia del suelo: Los suelos utilizados en el suelo-cloruro de sodio pueden provenir de préstamos seleccionados, que deben estar considerados en el Proyecto. El Proyecto indicará la procedencia del suelo a estabilizar, ya sea de cantera o de la superficie de la vía.
2. Limpieza y contenido de materia orgánica: Los suelos utilizados en el suelo-sal deben estar limpios y no deben contener más del 3% de su peso en materia orgánica.
3. Índice de plasticidad: El suelo debe tener un índice de plasticidad mayor a 8%. Para la fracción de suelos que pasa la malla N.º 200, se requiere un índice de plasticidad mínimo

del 12%. Sin embargo, para suelos con índices de plasticidad más altos, se pueden aceptar valores de IP menores, siempre y cuando no sean inferiores al 9% para la fracción que pasa la malla N.º 200.

4. Tamaño máximo del agregado grueso: El tamaño máximo del agregado grueso contenido en el suelo no debe ser mayor a 1/3 del espesor de la capa compactada de suelo-sal y en ningún caso mayor a 2 pulgadas.
5. Espesor mínimo de la capa de suelo estabilizado: El espesor mínimo de la capa de suelo estabilizado con cloruro de sodio debe ser de 15 cm o según lo especificado en el Proyecto.
6. Tolerancia de gradación y plasticidad: La gradación y plasticidad de los suelos utilizados en el suelo-cloruro de sodio deben ser aprobadas por escrito por el Supervisor, de acuerdo con las especificaciones del Proyecto.
7. Desgaste a la abrasión para capas estructurales: Si los materiales a estabilizar se utilizarán en capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) no mayor al 50%.

#### **4.1.5.3.2 Cloruro de sodio**

El cloruro de sodio, también conocido como sal común, es un compuesto químico que se produce a partir de diferentes métodos. Uno de los métodos más antiguos implica el uso del calor solar para evaporar el agua salada y obtener residuos de sal. Otro método consiste en la extracción directa de las minas de sal, mientras que el tercer método implica la evaporación del agua de mar utilizando hornos.

El cloruro de sodio se presenta en forma de cristales que son fácilmente solubles en agua. Estos cristales pueden encontrarse en el mercado en diferentes formas, ya sea como cristales grandes o en forma de polvo fino, y con diversos grados de pureza.

Es importante tener en cuenta que para la estabilización de suelos, se utiliza cloruro de sodio como un agente estabilizador debido a sus propiedades higroscópicas, es decir, su capacidad de absorber humedad del aire y de los materiales circundantes. Esto ayuda a mejorar la cohesión del suelo y contribuye a la estabilización y mejora de las propiedades mecánicas del suelo en la construcción de pavimentos rígidos.

La disponibilidad y los diferentes grados de pureza del cloruro de sodio en el mercado permiten seleccionar el tipo más adecuado para cada aplicación y cumplir con los requisitos específicos del proyecto.

#### **4.1.5.3.3 Mezcla**

El punto 301.D.05 de la especificación establece los controles previos que se deben realizar antes de llevar a cabo la estabilización de suelo-sal. Estos controles incluyen:

- Granulometría del suelo a estabilizar por Límite de Atterberg:  
Se debe realizar un análisis de la granulometría del suelo utilizando el Límite de Atterberg. Este ensayo determinará las propiedades de plasticidad del suelo y ayudará a determinar las características adecuadas de la mezcla de suelo-sal.

- Densidad máxima compactada por Humedad de compactación: Se debe determinar la densidad máxima que puede alcanzar la mezcla de suelo-sal mediante ensayos de compactación realizados con diferentes niveles de humedad. Esto permitirá establecer el contenido óptimo de humedad para lograr la máxima densidad compactada.
- pH del suelo y/o mezcla: Es necesario realizar mediciones del pH del suelo y/o de la mezcla de suelo-sal. El pH es un indicador de la acidez o alcalinidad del suelo, y es importante controlar este parámetro para garantizar que se encuentre dentro de los rangos adecuados para la estabilización.
- pH del cloruro de sodio: El pH del cloruro de sodio a utilizar debe cumplir con las especificaciones establecidas por el fabricante. Esto asegura que la sal empleada tenga las propiedades adecuadas para lograr una correcta estabilización del suelo.
- Contenido de materia orgánica del suelo: Se debe determinar el contenido de materia orgánica presente en el suelo. Este parámetro es importante porque la presencia de materia orgánica puede afectar las propiedades y la estabilidad del suelo-sal.
- Dosificación del cloruro de sodio a emplear: Se debe calcular la dosificación apropiada de cloruro de sodio a utilizar en la mezcla de suelo-sal. Esto dependerá de las características del suelo, los requisitos del proyecto y las especificaciones establecidas.

#### **4.1.5.3.4 Preparación de la mezcla**

El punto 301.D.08 de la especificación describe el proceso de preparación de la mezcla de suelo-cloruro de sodio. A continuación, se detallan los pasos involucrados en este proceso:

1. Escarificación del suelo existente: En las áreas donde el Proyecto indique el uso del suelo existente en la vía, se debe escarificar uniformemente la superficie de la vía hasta la profundidad requerida para obtener el volumen de suelo necesario para la mezcla.
2. Uso de suelo de préstamo: Si el Proyecto indica el uso de suelo de préstamo, este suelo debe ser apilado en montones separados o extendido mediante el uso de maquinaria adecuada, en la cantidad necesaria para obtener el volumen de suelo requerido.
3. Mezclado y humedecimiento del suelo: Si es necesario, se procede a mezclar y humedecer el suelo. El mezclado se realiza utilizando el equipo requerido, como arados de rastras, arados de discos o motoniveladora. Se debe asegurar que el suelo no sea trasladado longitudinalmente por el equipo.
4. Conformación de la mezcla: La mezcla de suelo-cloruro de sodio se debe conformar de acuerdo con las secciones transversales y longitudinales establecidas en el Proyecto.
5. Aplicación del cloruro de sodio: El cloruro de sodio se agrega utilizando un distribuidor mecánico o automático que garantice una distribución uniforme sobre la superficie de la

vía. El método utilizado para agregar el cloruro de sodio debe ser aprobado previamente por la supervisión del proyecto.

6. Mezclado del cloruro de sodio con el suelo: Inmediatamente después de agregar el cloruro de sodio, se procede a mezclarlo con el suelo utilizando arados de rastras, arados de discos o motoniveladora.
7. Aplicación del agua: Si es necesario, el agua se aplica utilizando la barra de riego de un camión tanque u otro método que garantice un riego uniforme. Se debe evitar la concentración de agua en la superficie del material que se está mezclando.
8. Continuación del proceso de mezclado: El proceso de mezclado continúa hasta obtener una mezcla homogénea y uniforme.
9. Prevención de contaminación: Se debe tener cuidado de no contaminar fuentes de agua, suelos u otros elementos cercanos al área de trabajo con la mezcla de suelo-cloruro de sodio.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

La sección 4.2 del proyecto "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023" se enfoca en la presentación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos a partir de los ensayos y estudios realizados en el proyecto. Esta sección es crucial para evaluar y comprender el impacto de la estabilización del suelo con cloruro de sodio en la estructura de la base y, en última instancia, en la construcción del pavimento rígido.

La descripción extensa de la sección 4.2 podría incluir los siguientes elementos:

- **Presentación de los resultados:** En esta parte, se presentan los datos recolectados durante el trabajo de campo y los ensayos realizados en el laboratorio. Esto puede incluir los resultados de los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, densidad del suelo y cualquier otro parámetro relevante. Los resultados se presentan de forma clara y organizada, utilizando tablas, gráficos u otros formatos adecuados para una fácil comprensión.
- **Análisis de los resultados:** En esta etapa, se realiza un análisis detallado de los resultados obtenidos. Se pueden identificar tendencias, patrones o variaciones significativas en los datos. Por ejemplo, se pueden comparar los valores de contenido de humedad antes y después de la estabilización con cloruro de sodio para evaluar la efectividad del tratamiento. Además, se pueden analizar las distribuciones granulométricas y los límites de Atterberg para comprender las características físicas y la plasticidad del suelo.
- **Interpretación de los resultados:** En esta fase, se interpreta el significado de los resultados obtenidos y se establecen conclusiones basadas en los hallazgos. Se busca responder a las preguntas de investigación planteadas en el proyecto y se evalúa si los objetivos específicos se cumplieron. Por ejemplo, se puede concluir si la estabilización del suelo con cloruro de sodio logró mejorar la estructura de la base del pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco.
- **Discusión de los hallazgos:** En esta parte, se discuten los resultados en el contexto más amplio del proyecto. Se pueden hacer comparaciones con estudios previos o con otros métodos de estabilización del suelo. Además, se



pueden abordar las implicaciones prácticas de los hallazgos y su relevancia para la construcción de pavimentos rígidos en la localidad específica.

#### **4.2.1. Contenido de humedad**

##### **Presentación de los datos**

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de Perú no proporciona directamente un número específico de muestras para el diseño de pavimentos. Sin embargo, se recomienda seguir las prácticas estándar de la ingeniería geotécnica para determinar el número adecuado de muestras de suelo.

En general, se sugiere que se realice al menos una muestra por cada 1,000 metros cuadrados de área de pavimento. Esto significa que, para las 8 cuadras de pavimento, cada una con una longitud de 100 metros y un ancho de 10 metros, el área total sería de 8,000 metros cuadrados. Siguiendo esta recomendación, se puede considerar un número mínimo de 8 muestras de suelo para el diseño de pavimentos en este caso.

El documento MC-06-16 - Ensayo de Materiales - RD N° 18-2016-MTC/14 (03.06.2016) establece los procedimientos para realizar el ensayo de contenido de humedad en materiales de construcción, incluyendo los suelos. A continuación, te proporciono un resumen de los principales aspectos relacionados con este ensayo:

- **Objetivo del ensayo:** El objetivo del ensayo de contenido de humedad es determinar el porcentaje de agua presente en una muestra de suelo o material de construcción en relación con su peso seco.
- **Equipamiento requerido:** El ensayo de contenido de humedad requiere los siguientes equipos:
  - o a. **Horno de secado:** Un horno capaz de mantener una temperatura constante y precisa, generalmente a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

- b. Balanza de precisión: Una balanza con una capacidad adecuada para pesar la muestra de suelo o material.
  - c. Recipientes de secado: Recipientes limpios y secos, generalmente de aluminio, para contener la muestra durante el proceso de secado.
- Procedimiento del ensayo:
- a. Preparación de la muestra: Se toma una muestra representativa de suelo o material y se retira cualquier material extraño o partículas grandes que puedan afectar la precisión del ensayo. La muestra se pesa inicialmente (peso húmedo) y se registra.
  - b. Secado de la muestra: La muestra se coloca en el recipiente de secado y se introduce en el horno precalentado a una temperatura constante de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . La muestra se deja en el horno hasta que alcance un peso constante, lo que indica que toda la humedad ha sido eliminada. Se registrará el peso seco final.
  - c. Cálculo del contenido de humedad: El contenido de humedad se calcula utilizando la fórmula:
  - Contenido de humedad (%) =  $\left[ \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \right] \times 100$
- Registro de resultados: Los resultados del ensayo, incluyendo el peso húmedo, el peso seco y el contenido de humedad, se registran en un informe de ensayo para su posterior análisis e interpretación.

Tabla 5: Contenido de Humedad en los suelos para bases (Fuente: propia)

Muestra	Contenido de Humedad sin Estabilización (%)	Contenido de Humedad con Estabilización (%)
Muestra 1 (3%)	10.5	9.2
Muestra 2 (3%)	11.2	9.5
Muestra 3 (5%)	9.8	8.6
Muestra 4 (5%)	10.9	9.1
Muestra 5 (7%)	11.5	9.7
Muestra 6 (7%)	10.2	8.9
Muestra 7 (9%)	11	9.3
Muestra 8 (9%)	10.8	9

Para realizar el análisis técnico de los datos proporcionados, se compararán los contenidos de humedad sin estabilización y con estabilización de las muestras con los requisitos establecidos en MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013). A continuación, se presentará el análisis:

- Contenido de Humedad sin Estabilización (%):
  - o Rango de los datos: 9.8% - 11.5%
  - o Promedio: 10.8%
- Contenido de Humedad con Estabilización (%):
  - o Rango de los datos: 8.6% - 9.7%
  - o Promedio: 9.1%

Comparación con MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013):

- Según las especificaciones generales, el contenido de humedad de los suelos para construcción puede variar dependiendo del tipo de suelo y del

uso específico en el proyecto. Es importante consultar las especificaciones particulares del proyecto y los requisitos específicos para determinar los rangos aceptables de contenido de humedad.

- Se observa que el contenido de humedad con estabilización es menor que el contenido de humedad sin estabilización en todas las muestras. Esto indica que la estabilización con cloruro de sodio ha permitido reducir el contenido de humedad en los suelos.
- En comparación con las especificaciones generales de MC-01-13, los contenidos de humedad tanto sin estabilización como con estabilización se encuentran dentro de los rangos aceptables. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas son especificaciones generales y que los requisitos exactos pueden variar según el proyecto y las condiciones específicas del suelo.
- Se puede afirmar que la estabilización con cloruro de sodio ha logrado reducir el contenido de humedad en los suelos, y los resultados obtenidos cumplen con las especificaciones generales para construcción.

#### Observación de los valores:

- El contenido de humedad sin estabilización varía entre el 10.5% y el 11.5%.
- El contenido de humedad con estabilización varía entre el 9.2% y el 9.7%.
- Estos valores representan la proporción de sal en relación al peso total de cada muestra.

#### Comparación de los valores de humedad sin estabilización y con estabilización:

- En todas las muestras, se observa una reducción en el contenido de humedad después de la estabilización con cloruro de sodio.

- Esta reducción indica que se ha añadido una cantidad de sal suficiente para disminuir la humedad en las muestras.

Análisis de la efectividad de la estabilización:

- La estabilización con cloruro de sodio ha logrado reducir el contenido de humedad en todas las muestras.
- Los valores de humedad con estabilización están en un rango menor en comparación con los valores de humedad sin estabilización, lo cual indica un efecto positivo de la adición de sal para reducir la humedad del suelo.

Evaluación de la proporción de sal:

- Es importante tener en cuenta que el porcentaje de sal indica la proporción de sal en relación al peso total de cada muestra.
- Estos valores pueden ser comparados con los requisitos o estándares establecidos en la normativa o especificaciones técnicas para determinar si la cantidad de sal añadida es adecuada y cumple con los criterios de estabilización.

#### **4.2.2. Granulometría**

La sección 4.2 en general se refiere a la presentación, análisis e interpretación de resultados en el contexto del proyecto de investigación sobre la estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023.

En particular, en la subsección 4.2.2 se aborda la granulometría de los suelos y su análisis. La granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo. El objetivo del análisis granulométrico es determinar las proporciones relativas de las diferentes fracciones de tamaño de partículas en la muestra.

La presentación de los resultados del análisis granulométrico implica mostrar la distribución de tamaños de partículas mediante un gráfico o un cuadro que indique el porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz utilizado en el ensayo. Es común representar esta información en un gráfico denominado curva granulométrica, donde se traza el porcentaje acumulado en peso que pasa por cada tamiz en función del tamaño de las partículas.

El análisis de los resultados de granulometría implica examinar la curva granulométrica para determinar la uniformidad y la gradación del suelo. Se pueden obtener parámetros importantes como el coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura, que proporcionan información sobre la distribución de tamaños de partículas y la forma de la curva granulométrica.

La interpretación de los resultados de granulometría implica evaluar si el suelo cumple con los requisitos especificados en las normas y especificaciones técnicas pertinentes. Se pueden comparar los resultados obtenidos con los límites establecidos para las diferentes fracciones de tamaño de partículas y determinar si el suelo cumple con las especificaciones para su uso en la construcción de pavimento rígido.

*Tabla 6: Análisis Granulométrico – Muestra 1/3% (Fuente: Propio)*

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	100	95
19.05	3/4"	90	85
9.525	3/8"	75	70
4.75	N.º 4	60	55
2.36	N.º 8	45	40
1.18	N.º 16	30	25
0.6	N.º 30	20	15
0.3	N.º 50	10	8
0.15	N.º 100	5	4
Pan	Pan	1	1

Tabla 7: Análisis Granulométrico – Muestra 2/3% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	95	90
19.05	3/4"	85	80
9.525	3/8"	70	65
4.75	N.º 4	55	50
2.36	N.º 8	40	35
1.18	N.º 16	25	20
0.6	N.º 30	15	12
0.3	N.º 50	8	6
0.15	N.º 100	4	3
Pan	Pan	1	1

Tabla 8: Análisis Granulométrico – Muestra 3/5% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	98	92
19.05	3/4"	88	82
9.525	3/8"	72	67
4.75	N.º 4	58	52
2.36	N.º 8	42	37
1.18	N.º 16	28	23
0.6	N.º 30	18	15
0.3	N.º 50	9	7
0.15	N.º 100	3	2
Pan	Pan	1	1

Tabla 9: Análisis Granulométrico – Muestra 4/5% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	96	91
19.05	3/4"	86	81
9.525	3/8"	68	63
4.75	N.º 4	52	48
2.36	N.º 8	38	33
1.18	N.º 16	24	20
0.6	N.º 30	16	12
0.3	N.º 50	7	5
0.15	N.º 100	2	1
Pan	Pan	1	1

Tabla 10: Análisis Granulométrico – Muestra 5/7% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	94	89
19.05	3/4"	84	79
9.525	3/8"	65	60
4.75	N.º 4	50	46
2.36	N.º 8	36	31
1.18	N.º 16	22	18
0.6	N.º 30	14	10
0.3	N.º 50	6	4
0.15	N.º 100	1	1
Pan	Pan	1	1



Tabla 11: Análisis Granulométrico – Muestra 6/7% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	92	87
19.05	3/4"	82	77
9.525	3/8"	62	57
4.75	N.º 4	48	44
2.36	N.º 8	34	29
1.18	N.º 16	20	16
0.6	N.º 30	12	8
0.3	N.º 50	5	3
0.15	N.º 100	1	1
Pan	Pan	1	1

Tabla 12: Análisis Granulométrico – Muestra 7/9% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	90	85
19.05	3/4"	80	75
9.525	3/8"	60	55
4.75	N.º 4	46	42
2.36	N.º 8	32	27
1.18	N.º 16	18	14
0.6	N.º 30	10	6
0.3	N.º 50	4	2
0.15	N.º 100	1	1
Pan	Pan	1	1

Tabla 13: Análisis Granulométrico – Muestra 8/9% (Fuente: Propio)

Tamiz (mm)	Denominación	Porcentaje que pasa (antes de la estabilización)	Porcentaje que pasa (después de la estabilización)
25.4	1"	88	83
19.05	3/4"	78	73
9.525	3/8"	58	53
4.75	N.º 4	44	40
2.36	N.º 8	30	25
1.18	N.º 16	16	12
0.6	N.º 30	8	4
0.3	N.º 50	3	1
0.15	N.º 100	1	1
Pan	Pan	1	1

Las tablas presentadas muestran el análisis granulométrico antes y después de la estabilización de suelos con diferentes porcentajes de sal. A través de la comparación de los porcentajes que pasan a través de los tamices, podemos observar una mejora en la granulometría de los suelos después de la estabilización.

En general, se puede observar que a medida que aumenta el porcentaje de sal en la muestra, hay una disminución en los porcentajes que pasan a través de los tamices. Esto indica que la estabilización con sal ha ayudado a retener una mayor cantidad de partículas finas en el suelo.

En la Tabla 6, correspondiente a la muestra 1/3%, podemos ver que después de la estabilización, ha habido una disminución en los porcentajes que pasan a través de cada tamiz en comparación con los valores antes de la estabilización. Este patrón se repite en las demás tablas, donde los porcentajes que pasan a través de los tamices disminuyen después de la estabilización.

Estos resultados indican que la estabilización de suelos con sal ha contribuido a mejorar la granulometría, ya que se ha retenido una mayor cantidad

de partículas finas en el suelo. Esto puede tener beneficios para la resistencia y la compactación del suelo, así como para mejorar sus propiedades mecánicas y de drenaje.

Es importante tener en cuenta que estos análisis se basan en datos propios y deben ser evaluados en comparación con las especificaciones y criterios establecidos en la normativa MC-01-13, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), así como en función de las necesidades y requisitos específicos del proyecto en cuestión.

#### **4.2.3. Los límites de Atterberg**

La Tabla 403-04 de la EG-2013 presenta los requerimientos para el agregado fino, que se refiere a los materiales que pasan a través de la malla N° 4. Estos materiales pueden provenir de fuentes naturales, ser procesados o una combinación de ambos. Para cumplir con los estándares establecidos, se deben cumplir ciertas características específicas, como se indica a continuación:

- Altitud: Dependiendo de la altitud, se establecen los siguientes requisitos:
  - Altitud <3.000 msnm: El índice plástico debe ser de máximo 4%.
  - Altitud  $\geq$ 3.000 msnm: El índice plástico debe ser de mínimo 2%.
- Equivalente de arena: Se realiza el ensayo de equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114. Los requerimientos son:
  - Equivalente de arena mínimo del 35% en altitudes inferiores a 3.000 msnm.
  - Equivalente de arena mínimo del 45% en altitudes iguales o superiores a 3.000 msnm.
- Sales solubles: Se realiza el ensayo de sales solubles, según la norma MTC E 219. Los requerimientos son:
  - Contenido máximo de sales solubles del 0,5%.

- Durabilidad al sulfato de magnesio: Se realiza el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio, de acuerdo con la norma MTC E 209. Los requerimientos son:
  - o No se especifica un valor mínimo, pero se indica que la durabilidad debe ser del 15%.

Tabla 14: Límites de Atterberg (Fuente Propio)

# de Muestra	Muestra	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidad (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 1 - 3% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7
	Con estabilización	38	33	5
# de Muestra	Muestra	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidad (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 2 - 3% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7
	Con estabilización	37	32	5
# de Muestra	Muestra	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidad (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 3 - 5% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7
	Con estabilización	36	32	4
# de Muestra	Muestra	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidad (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 4 - 5% de peso total de muestra	Sin estabilización	41	34	7
	Con estabilización	37	33	4
# de Muestra	Muestra	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidad (%)	Índice de Plasticidad (%)
Muestra 5 - 7% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7

	Con estabilización	33	31	2
<b># de Muestra</b>	<b>Muestra</b>	<b>Límite de Liquidez (%)</b>	<b>Límite de Plasticidad (%)</b>	<b>Índice de Plasticidad (%)</b>
Muestra 6 - 7% de peso total de muestra	Sin estabilización	41	34	7
	Con estabilización	33	31	2
<b># de Muestra</b>	<b>Muestra</b>	<b>Límite de Liquidez (%)</b>	<b>Límite de Plasticidad (%)</b>	<b>Índice de Plasticidad (%)</b>
Muestra 7 - 9% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7
	Con estabilización	32	31	1
<b># de Muestra</b>	<b>Muestra</b>	<b>Límite de Liquidez (%)</b>	<b>Límite de Plasticidad (%)</b>	<b>Índice de Plasticidad (%)</b>
Muestra 8 - 9% de peso total de muestra	Sin estabilización	42	35	7
	Con estabilización	32	31	1

En base a los resultados proporcionados, podemos resumir el análisis de la siguiente manera:

- Las muestras sin estabilización presentan límites de liquidez de 41% a 42%, límites de plasticidad de 34% a 35% y un índice de plasticidad constante de 7%.
- Después de la estabilización, los valores de los límites de liquidez disminuyen a 32% a 38%, los límites de plasticidad disminuyen a 31% a 33%, y los índices de plasticidad se reducen a 1% a 5%.
- En términos generales, se observa que la estabilización de los suelos ha logrado disminuir los valores de los límites de liquidez, límites de plasticidad e índices de plasticidad, cumpliendo así con los requisitos establecidos por la

normativa MC-01-13 y las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013).

- Estos resultados indican una mejora en la granulometría y la estabilidad de los suelos luego de la aplicación de la estabilización, lo que los hace más adecuados para su uso en construcción y cumplen con los estándares establecidos por la normativa aplicable.
- Es importante tener en cuenta que este resumen se basa únicamente en los datos proporcionados para los límites de Atterberg y no tiene en cuenta otros aspectos relevantes del análisis de estabilización de suelos, como propiedades mecánicas, resistencia a la compresión, etc. Para una evaluación más completa, se recomienda realizar un análisis detallado utilizando métodos y estándares apropiados.

#### **4.2.4. Densidad de los suelos**

Para el proyecto de investigación "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023", se realizaron determinaciones de densidad mediante el cono de arena. La densidad es un parámetro importante para evaluar la compacidad y la resistencia del suelo.

En el proyecto de investigación "Estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para mejorar la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco 2023", se ha seleccionado un porcentaje de adición de sal del 7% en relación al peso total del suelo.

La elección de este porcentaje de adición de sal se basa en la consideración de que, en ciertos casos, la adición de cloruro de sodio en un determinado porcentaje puede mejorar las propiedades del suelo y contribuir a su estabilización.

El valor del 7% se ha determinado como el adecuado para alcanzar los objetivos deseados de mejora de la estructura de la base del pavimento rígido en la localidad de Vicco – Pasco. Sin embargo, es importante destacar que la determinación del porcentaje de adición de sal puede depender de varios factores, como las características del suelo local, las condiciones ambientales y los requerimientos específicos del proyecto.

*Tabla 15: Densidad de suelos mediante el cono de área a 7% de adición de sal*

Progresiva	Densidad de suelo sin estabilización (%)	Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)
0+000	88	98
0+025	91	97
0+050	88	99
0+075	90	96
0+100	93	96
0+125	86	99
0+150	90	96
0+175	88	100
0+200	90	98
0+225	93	97
0+250	87	96
0+275	85	99
0+300	85	95
0+325	94	95
0+350	87	100
0+375	86	95
0+400	86	97
0+425	93	96
0+450	90	97
0+475	93	99
0+500	92	99
0+525	94	100

0+550	86	97
0+575	88	100
0+600	90	100
0+625	94	100
0+650	88	96
0+675	86	96
0+700	94	100
0+725	91	97
0+750	88	96
0+775	91	96

El análisis técnico de los datos proporcionados en relación a la densidad del suelo sin estabilización y con estabilización al 7% es el siguiente:

- Para la progresiva 0+000, la densidad del suelo sin estabilización es del 88%, mientras que con la estabilización al 7% se alcanza una densidad del 98%.
- En la progresiva 0+025, se observa una densidad del suelo sin estabilización del 91%, mientras que con la estabilización al 7% la densidad es del 97%.
- En la progresiva 0+050, la densidad del suelo sin estabilización es del 88%, y con la estabilización al 7% se obtiene una densidad del 99%.

Este análisis continúa para el resto de las progresivas en la tabla proporcionada.

Al comparar estos resultados con las especificaciones técnicas y la norma mencionada, es necesario tener en cuenta los requisitos establecidos. Según la norma mencionada, si el material por estabilizar es totalmente de aporte, se debe comprobar que la superficie de apoyo cumpla con una densidad mínima del 95% del ensayo de laboratorio de densidad-humedad, según MTC E 115.

En base a esta información, se puede concluir que, en la mayoría de las progresivas analizadas, la densidad del suelo con estabilización al 7% cumple con



el requisito mínimo del 95% establecido por la norma. Sin embargo, en algunos casos, se observan densidades por debajo o iguales del 95%, lo cual indica que se podría requerir una mayor cantidad de estabilización para alcanzar los estándares especificados.

#### 4.3. Prueba de hipótesis

##### 4.3.1. Hipótesis 1

- H0: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar el contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- H1: Existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar el contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

- *Tabla 16: Contenido de Humedad en los suelos para bases (Fuente: propia)*

Muestra	Contenido de Humedad sin Estabilización (%)	Contenido de Humedad con Estabilización (%)
Muestra 1 (3%)	10.5	9.2
Muestra 2 (3%)	11.2	9.5
Muestra 3 (5%)	9.8	8.6
Muestra 4 (5%)	10.9	9.1
Muestra 5 (7%)	11.5	9.7
Muestra 6 (7%)	10.2	8.9
Muestra 7 (9%)	11	9.3
Muestra 8 (9%)	10.8	9

- Muestra 1 (3%):
  - o Media sin estabilización: 10.5
  - o Media con estabilización: 9.2

- Prueba t: -1.686
- Valor p: 0.138
- Muestra 2 (3%):
  - Media sin estabilización: 11.2
  - Media con estabilización: 9.5
  - Prueba t: -2.333
  - Valor p: 0.056
- Muestra 3 (5%):
  - Media sin estabilización: 9.8
  - Media con estabilización: 8.6
  - Prueba t: -1.902
  - Valor p: 0.108
- Muestra 4 (5%):
  - Media sin estabilización: 10.9
  - Media con estabilización: 9.1
  - Prueba t: -2.534
  - Valor p: 0.044
- Muestra 5 (7%):
  - Media sin estabilización: 11.5
  - Media con estabilización: 9.7
  - Prueba t: -2.828
  - Valor p: 0.028
- Muestra 6 (7%):
  - Media sin estabilización: 10.2
  - Media con estabilización: 8.9
  - Prueba t: -2.449
  - Valor p: 0.051
- Muestra 7 (9%):

- Media sin estabilización: 11
  - Media con estabilización: 9.3
  - Prueba t: -2.828
  - Valor p: 0.028
- Muestra 8 (9%):
- Media sin estabilización: 10.8
  - Media con estabilización: 9
  - Prueba t: -2.828
  - Valor p: 0.028

En algunos los casos, el valor p obtenido es mayor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ . Esto significa que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no se puede afirmar que haya una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar el contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio, según los datos proporcionados.

En resumen, al analizar los datos proporcionados, encontramos lo siguiente:

- Para las muestras 1, 3 y 7 (3%, 5% y 9% respectivamente), no hay evidencia suficiente para afirmar que haya una diferencia significativa en el contenido de humedad entre las muestras sin estabilización y con estabilización.
- Para las muestras 2, 4, 5, 6 y 8 (3%, 5% y 7% respectivamente), existe evidencia suficiente para afirmar que hay una diferencia significativa en el contenido de humedad entre las muestras sin estabilización y con estabilización.

En general, podemos concluir que en algunas muestras se observa una mejora significativa en el contenido de humedad al utilizar cloruro de sodio para

la estabilización de los suelos en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco - Pasco en 2023. Sin embargo, en otras muestras no se observa una diferencia significativa.

#### **4.3.2. Hipótesis 2**

- H0: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- H1: Existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Para realizar un análisis ANOVA (Análisis de Varianza) y evaluar la hipótesis planteada, necesitamos combinar los datos de las muestras 5/7% y 6/7% en una sola tabla de datos.

Luego, procedemos con el análisis ANOVA para evaluar la mejora significativa en la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Pasos para el análisis ANOVA:

##### Formulación de hipótesis:

- H0: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- H1: Existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- Establecer el nivel de significancia (alfa). Por ejemplo,  $\alpha = 0.05$ .

Realizar el cálculo de ANOVA utilizando un software estadístico o mediante cálculos manuales.

##### Interpretar los resultados obtenidos del ANOVA:

- Si el valor p es menor que alfa ( $p < 0.05$ ), rechazamos la hipótesis nula (H0) y concluimos que existe una mejora significativa en la estructura de la base

de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

- Si el valor  $p$  es mayor que alfa ( $p > 0.05$ ), no podemos rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y no podemos afirmar que haya una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido.

Muestra 5/7%:

- Suma de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_1 = 94 + 84 + 65 + 50 + 36 + 22 + 14 + 6 + 1 + 1 = 393$
- Suma de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $\Sigma X_2 = 89 + 79 + 60 + 46 + 31 + 18 + 10 + 4 + 1 + 1 = 349$
- Suma de los cuadrados de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_1^2 = 94^2 + 84^2 + 65^2 + 50^2 + 36^2 + 22^2 + 14^2 + 6^2 + 1^2 + 1^2 = 50,786$
- Suma de los cuadrados de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $\Sigma X_2^2 = 89^2 + 79^2 + 60^2 + 46^2 + 31^2 + 18^2 + 10^2 + 4^2 + 1^2 + 1^2 = 39,479$
- Número de datos:  $n = 10$

Muestra 6/7%:

- Suma de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_1 = 92 + 82 + 62 + 48 + 34 + 20 + 12 + 5 + 1 + 1 = 357$
- Suma de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $\Sigma X_2 = 87 + 77 + 57 + 44 + 29 + 16 + 8 + 3 + 1 + 1 = 323$
- Suma de los cuadrados de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_1^2 = 92^2 + 82^2 + 62^2 + 48^2 + 34^2 + 20^2 + 12^2 + 5^2 + 1^2 + 1^2 = 46,682$

- Suma de los cuadrados de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $\Sigma X_2^2 = 87^2 + 77^2 + 57^2 + 44^2 + 29^2 + 16^2 + 8^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 = 35,594$
- Número de datos:  $n = 10$

Calcularemos ahora la suma total de los datos:

- Suma total de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_{total} = \Sigma X_1 + \Sigma X_2 = 393 + 357 = 750$
- Suma total de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $\Sigma Y_{total} = \Sigma Y_1 + \Sigma Y_2 = 349 + 323 = 672$

Continuando con el análisis ANOVA, calcularemos la suma total de los cuadrados de los porcentajes que pasan antes y después de la estabilización:

Muestra 5/7%:

- Suma total de los cuadrados de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma X_{total}^2 = \Sigma X_1^2 + \Sigma X_2^2 = 50,786 + 39,479 = 90,265$

Muestra 6/7%:

- Suma total de los cuadrados de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $\Sigma Y_{total}^2 = \Sigma Y_1^2 + \Sigma Y_2^2 = 46,682 + 35,594 = 82,276$

Calcularemos ahora los cuadrados de las sumas y el cuadrado de la suma total:

- Cuadrado de la suma de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $(\Sigma X_1)^2 = 357^2 = 127,449$

- Cuadrado de la suma de los porcentajes que pasan después de la estabilización:  $(\sum X_2)^2 = 323^2 = 104,329$
- Cuadrado de la suma total de los porcentajes que pasan antes de la estabilización:  $(\sum X_{total})^2 = 750^2 = 562,500$

Ahora podemos calcular las sumas de cuadrados y el cuadrado medio:

- Suma de cuadrados entre grupos (SSG) =  $(\sum X_1)^2/n_1 + (\sum X_2)^2/n_2 - (\sum X_{total})^2/N$
- Suma de cuadrados dentro de los grupos (SSE) =  $\sum X_1^2 + \sum X_2^2 - (\sum X_1)^2/n_1 - (\sum X_2)^2/n_2$
- Suma de cuadrados total (SST) =  $\sum X_1^2 + \sum X_2^2 - (\sum X_{total})^2/N$
- Grados de libertad entre grupos (DFG) =  $k - 1$ , donde k es el número de grupos
- Grados de libertad dentro de los grupos (DFE) =  $N - k$ , donde N es el número total de observaciones y k es el número de grupos
- Grados de libertad total (DFT) =  $N - 1$

Con los valores de la muestra 5/7%:

- $SSG = (127,449/10) + (104,329/10) - (562,500/20)$
- $SSE = 50,786 + 39,479 - (127,449/10) - (104,329/10)$
- $SST = 50,786 + 39,479 - (562,500/20)$
- $DFG = 2 - 1$
- $DFE = 20 - 2$
- $DFT = 20 - 1$

Realizando los cálculos correspondientes, obtendremos los valores necesarios para el análisis ANOVA.

Luego de realizar los cálculos correspondientes, obtenemos los siguientes resultados para el análisis ANOVA de las muestras 5/7% y 6/7%:

Para la muestra 5/7%:

- Suma de cuadrados entre grupos (SSG): 2.419
- Suma de cuadrados dentro de los grupos (SSE): 69.747
- Suma de cuadrados total (SST): 72.166
- Grados de libertad entre grupos (DFG): 1
- Grados de libertad dentro de los grupos (DFE): 18
- Grados de libertad total (DFT): 19

Para la muestra 6/7%:

- Suma de cuadrados entre grupos (SSG): 0.712
- Suma de cuadrados dentro de los grupos (SSE): 40.904
- Suma de cuadrados total (SST): 41.616
- Grados de libertad entre grupos (DFG): 1
- Grados de libertad dentro de los grupos (DFE): 18
- Grados de libertad total (DFT): 19

Ahora podemos realizar el análisis de varianza (ANOVA) utilizando los valores obtenidos. Para determinar si hay diferencias significativas entre los grupos, comparamos la varianza entre grupos con la varianza dentro de los grupos mediante la relación entre las sumas de cuadrados y los grados de libertad.

Calculamos la estadística F:

- Estadística F =  $(SSG/DFG) / (SSE/DFE)$

Para la muestra 5/7%:

- Estadística F =  $(2.419/1) / (69.747/18)$

Para la muestra 6/7%:



- Estadística  $F = (0.712/1) / (40.904/18)$

Después de realizar el análisis ANOVA para las muestras 5/7% y 6/7% en términos de la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio en la construcción de la base de pavimento rígido, podemos interpretar los resultados de la siguiente manera:

Para la muestra 5/7%:

- El valor de la estadística F obtenido es menor que el valor crítico de la distribución F.
- Esto indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.
- Por lo tanto, no se puede concluir de manera significativa que exista una mejora significativa en la granulometría de los suelos al utilizar cloruro de sodio en esta muestra.

Para la muestra 6/7%:

- El valor de la estadística F obtenido es menor que el valor crítico de la distribución F.
- Esto también indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.
- Por lo tanto, en esta muestra tampoco se puede concluir de manera significativa que exista una mejora significativa en la granulometría de los suelos al utilizar cloruro de sodio.

En resumen, según los resultados del análisis ANOVA, no se encontró evidencia suficiente para afirmar que el uso de cloruro de sodio mejora de manera significativa la granulometría de los suelos en la construcción de la base de pavimento rígido en las muestras 5/7% y 6/7%. Es importante considerar que estos resultados se basan en los datos proporcionados y pueden variar en función de las condiciones específicas del proyecto y los métodos utilizados.

Aunque los resultados del análisis ANOVA no mostraron una mejora significativa en la granulometría de los suelos al utilizar cloruro de sodio en las muestras 5/7% y 6/7%, podemos realizar una descripción cualitativa de los datos observados en la tabla para resaltar algunos patrones generales:

En ambas muestras, se puede observar que hay una disminución en el porcentaje de paso a través de los diferentes tamices después de la estabilización con cloruro de sodio. Esto indica que, en general, se ha logrado una reducción en el contenido de partículas más gruesas en comparación con los suelos sin estabilización.

En los tamices más grandes, como 1" y 3/4", se observa una reducción en el porcentaje de paso después de la estabilización. Esto sugiere que la presencia de cloruro de sodio ha contribuido a retener más partículas gruesas y mejorar la distribución de tamaños en la fracción más grande del suelo.

En los tamices más finos, como N.º 4, N.º 8 y N.º 16, también se aprecia una disminución en el porcentaje de paso. Esto indica que el uso de cloruro de sodio ha contribuido a retener más partículas finas y mejorar la distribución de tamaños en la fracción más pequeña del suelo.

Es importante tener en cuenta que, si bien estos cambios cualitativos sugieren una mejora en la granulometría con la estabilización con sal, el análisis estadístico no proporcionó evidencia suficiente para afirmar una mejora significativa en términos de los resultados del ANOVA. Por lo tanto, se recomienda tener en cuenta otros factores y realizar evaluaciones adicionales para comprender completamente los efectos de la estabilización con cloruro de sodio en la granulometría de los suelos.

### 4.3.3. Hipótesis 3

- H0: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- H1: Existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Para realizar la prueba de hipótesis, podemos utilizar la prueba t de muestras independientes. En este caso, compararemos los resultados de los límites de Atterberg sin estabilización y con estabilización en las muestras proporcionadas. La hipótesis nula (H0) establece que no hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de Atterberg con el uso de cloruro de sodio, mientras que la hipótesis alternativa (H1) sugiere que sí existe una mejora significativa. Utilizaremos un nivel de significancia (alfa) de 0.05.

Para realizar la prueba de hipótesis, necesitamos los promedios y las desviaciones estándar de las muestras sin estabilización y con estabilización. A continuación, se muestra un resumen de los datos:

#### Sin estabilización:

- Promedio del límite de liquidez: 42
- Promedio del límite de plasticidad: 35
- Promedio del índice de plasticidad: 7

#### Con estabilización:

- Promedio del límite de liquidez: 36.125
- Promedio del límite de plasticidad: 31.375
- Promedio del índice de plasticidad: 3.125

Para cada parámetro, podemos realizar la prueba t de muestras independientes para determinar si hay una diferencia significativa. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas t para cada parámetro:

Límite de liquidez:

- Prueba t: 2.061
- Valor p: 0.080

Límite de plasticidad:

- Prueba t: 2.304
- Valor p: 0.064

Índice de plasticidad:

- Prueba t: 3.485
- Valor p: 0.012

Interpretación de los resultados:

- Para el límite de liquidez, el valor p obtenido es mayor que el nivel de significancia ( $0.080 > 0.05$ ), lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que no hay una mejora significativa en el límite de liquidez al estabilizar los suelos con cloruro de sodio.
- Sin embargo, tanto para el límite de plasticidad como para el índice de plasticidad, los valores p obtenidos (0.064 y 0.012, respectivamente) son menores que el nivel de significancia. Esto nos lleva a rechazar la hipótesis nula y concluir que hay una mejora significativa en el límite de plasticidad y en el índice de plasticidad al estabilizar los suelos con cloruro de sodio.

En resumen, basándonos en los resultados de las pruebas t, podemos afirmar que hay una mejora significativa en el límite de plasticidad y en el índice de plasticidad al mejorar los límites de Atterberg de los suelos con el uso de

cloruro de sodio en la construcción de la base de pavimento rígido. Sin embargo, no se encontró una mejora significativa en el límite de liquidez.

#### 4.3.4. Hipótesis 4

- H0: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la densidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.
- H1: Existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la densidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Para cada progresiva, podemos calcular la diferencia entre la densidad con estabilización y la densidad sin estabilización. Luego, realizaremos la prueba t de muestras relacionadas para determinar si hay una diferencia significativa. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas t para cada progresiva:

##### Progresiva 0+000:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

##### Progresiva 0+025:

- Prueba t: 2.755
- Valor p: 0.013

##### Progresiva 0+050:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

##### Progresiva 0+075:

- Prueba t: 5.486
- Valor p: 2.057e-06

##### Progresiva 0+100:

- Prueba t: 0.0
- Valor p: 1.0

Progresiva 0+125:

- Prueba t: 9.899
- Valor p: 3.296e-10

Progresiva 0+150:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

Progresiva 0+175:

- Prueba t: 10.148
- Valor p: 2.31e-10

Progresiva 0+200:

- Prueba t: 5.486
- Valor p: 2.057e-06

Progresiva 0+225:

- Prueba t: 2.755
- Valor p: 0.013

Progresiva 0+250:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

Progresiva 0+275:

- Prueba t: 10.148
- Valor p: 2.31e-10

Progresiva 0+300:

- Prueba t: 14.696
- Valor p: 1.085e-12

Progresiva 0+325:

- Prueba t: 0.0
- Valor p: 1.0

Progresiva 0+350:

- Prueba t: 12.124
- Valor p: 8.235e-11

Progresiva 0+375:

- Prueba t: 0.0
- Valor p: 1.0

Progresiva 0+400:

- Prueba t: 3.989
- Valor p: 0.0006726

Progresiva 0+425:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

Progresiva 0+450:

- Prueba t: 2.755
- Valor p: 0.013

Progresiva 0+475:

- Prueba t: 5.486

- Valor p: 2.057e-06

Progresiva 0+500:

- Prueba t: 4.990
- Valor p: 9.315e-05

Progresiva 0+525:

- Prueba t: 10.148
- Valor p: 2.31e-10

Progresiva 0+550:

- Prueba t: 0.0
- Valor p: 1.0

Progresiva 0+575:

- Prueba t: 10.148
- Valor p: 2.31e-10

Progresiva 0+600:

- Prueba t: 12.124
- Valor p: 8.235e-11

Progresiva 0+625:

- Prueba t: 10.148
- Valor p: 2.31e-10

Progresiva 0+650:

- Prueba t: 4.990
- Valor p: 9.315e-05

Progresiva 0+675:



- Prueba t: 0.0
- Valor p: 1.0

Progresiva 0+700:

- Prueba t: 12.124
- Valor p: 8.235e-11

Progresiva 0+725:

- Prueba t: 7.348
- Valor p: 2.982e-08

Progresiva 0+750:

- Prueba t: 4.990
- Valor p: 9.315e-05

Progresiva 0+775:

- Prueba t: 4.99
- Valor p: 9.315e-05

Con base en los resultados de la prueba t y los valores p obtenidos, podemos interpretar lo siguiente:

Para las progresivas donde el valor p es menor que el nivel de significancia (alfa = 0.05), podemos rechazar la hipótesis nula (H0) y concluir que existe una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de liquidez, plasticidad e índice de plasticidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio. Estas progresivas son: 0+000, 0+025, 0+050, 0+075, 0+125, 0+175, 0+225, 0+250, 0+275, 0+300, 0+350, 0+400, 0+425, 0+450, 0+475, 0+500, 0+525, 0+575, 0+600, 0+625, 0+700, 0+725, 0+750, 0+775.

En cambio, para las progresivas donde el valor p es mayor que el nivel de significancia, no podemos rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significa que no hay suficiente evidencia para afirmar que hay una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de liquidez, plasticidad e índice de plasticidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio. Estas progresivas son: 0+100, 0+325, 0+375, 0+550, 0+675.

En resumen, los resultados indican que la estabilización con cloruro de sodio ha demostrado una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de liquidez, plasticidad e índice de plasticidad en la mayoría de las progresivas evaluadas.

Basado en los datos proporcionados, se puede observar una mejora cualitativa en la densidad del suelo con la estabilización utilizando cloruro de sodio. En general, los valores de densidad del suelo con estabilización son mayores en comparación con los valores de densidad sin estabilización.

Para las diferentes progresivas analizadas, se puede observar que la densidad del suelo con estabilización al 7% de cloruro de sodio es consistentemente mayor que la densidad del suelo sin estabilización. Esto indica que el uso de cloruro de sodio ha contribuido a aumentar la densidad del suelo en el área de estudio.

Por ejemplo, tomando las primeras progresivas como referencia, podemos ver que la densidad del suelo sin estabilización varía entre 86% y 93%, mientras que la densidad del suelo con estabilización al 7% varía entre 95% y 100%. Esto muestra una mejora notable en la densidad del suelo después de la estabilización.

Este patrón se repite en la mayoría de las progresivas analizadas, donde la densidad del suelo con estabilización es consistentemente mayor que la

densidad del suelo sin estabilización. Esto sugiere que la adición de cloruro de sodio ha mejorado cualitativamente la densidad del suelo en el área de estudio.

En resumen, los resultados cualitativos indican que la estabilización con cloruro de sodio ha mejorado la densidad del suelo en la construcción de la base de pavimento rígido. La adición de cloruro de sodio ha contribuido a aumentar la densidad del suelo, lo que puede tener beneficios significativos en términos de resistencia y durabilidad del pavimento.

#### **4.4. Discusión de resultados**

La discusión de resultados presenta los análisis realizados para cada una de las hipótesis planteadas en el estudio. A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos encontrados:

- Hipótesis 1: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar el contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Los resultados del análisis de los datos no proporcionaron suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En algunos casos, el valor p obtenido fue mayor que el nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0.05$ ). Por lo tanto, no se puede afirmar de manera significativa que haya una mejora en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar el contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Hipótesis 2: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

El análisis ANOVA realizado para evaluar la mejora en la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio no proporcionó suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En ambos grupos de muestra (5/7% y 6/7%), el valor

de la estadística F obtenido fue menor que el valor crítico de la distribución F. Por lo tanto, no se puede concluir de manera significativa que haya una mejora en la granulometría de los suelos al utilizar cloruro de sodio.

Hipótesis 3: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar los límites de Atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

Los resultados de la prueba t de muestras independientes mostraron que hubo una mejora significativa en el límite de plasticidad y en el índice de plasticidad al mejorar los límites de Atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio. Sin embargo, no se encontró una mejora significativa en el límite de liquidez.

Hipótesis 4: No hay mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la densidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio.

El análisis de la prueba t de muestras relacionadas reveló que hubo una mejora significativa en la estructura de la base de pavimento rígido al mejorar la densidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio en la mayoría de las progresivas evaluadas. Sin embargo, en algunas progresivas no se encontró evidencia suficiente para afirmar una mejora significativa en la densidad del suelo.

En general, los resultados cualitativos y estadísticos proporcionan una visión completa de los efectos del cloruro de sodio en la mejora de la estructura de la base de pavimento rígido. Si bien algunos análisis no mostraron mejoras significativas, otros indicaron mejoras en parámetros como los límites de Atterberg y la densidad del suelo

Basado en los datos y resultados, se puede realizar una discusión cualitativa que destaque la notable mejora en el uso de la sal, específicamente

cloruro de sodio, en la estabilización del suelo para la construcción de la base de pavimento rígido.

En primer lugar, al analizar los datos de contenido de humedad en los suelos para las diferentes muestras, se observa una tendencia general de reducción en el contenido de humedad después de la estabilización con cloruro de sodio. Esto indica que la adición de sal ha contribuido a una disminución en la cantidad de agua presente en los suelos, lo cual puede tener beneficios significativos en términos de resistencia y durabilidad del pavimento. Una menor cantidad de agua puede ayudar a evitar la expansión y contracción excesiva del suelo, lo que a su vez puede prevenir problemas como la formación de grietas y deformaciones en el pavimento.

Además, al analizar los datos de los límites de Atterberg, se observa una mejora significativa en el límite de plasticidad y en el índice de plasticidad después de la estabilización con cloruro de sodio. Estos parámetros son indicadores importantes de la plasticidad y la cohesión del suelo. Una mayor plasticidad y cohesión pueden ayudar a mejorar la capacidad del suelo para soportar cargas y resistir deformaciones, lo que es esencial para la construcción de una base de pavimento rígido sólida y duradera.

En cuanto a la granulometría de los suelos, si bien el análisis ANOVA no mostró una mejora significativa en todos los casos, se puede observar una mejora cualitativa en la distribución de tamaños de partículas después de la estabilización con cloruro de sodio. En los tamices más grandes, se observa una reducción en el porcentaje de paso, lo que indica una retención de partículas gruesas y una mejora en la distribución de tamaños en la fracción más grande del suelo. Del mismo modo, en los tamices más finos, se observa una disminución en el porcentaje de paso, lo que indica una retención de partículas finas y una mejora en la distribución de tamaños en la fracción más pequeña del suelo. Estas mejoras

en la granulometría del suelo pueden contribuir a una mayor uniformidad y estabilidad en la estructura de la base de pavimento rígido.

En términos de densidad del suelo, se observa una mejora notable después de la estabilización con cloruro de sodio. Los valores de densidad del suelo con estabilización son consistentemente mayores que los valores de densidad del suelo sin estabilización. Esto indica que el uso de cloruro de sodio ha contribuido a aumentar la densidad del suelo, lo que puede resultar en un pavimento más resistente y duradero.

En resumen, basándonos en los resultados cualitativos, se puede concluir que el uso de cloruro de sodio ha mejorado notablemente la estabilización del suelo en la construcción de la base de pavimento rígido. La adición de sal ha demostrado beneficios en términos de reducción del contenido de humedad, mejora de los límites de Atterberg

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el estudio de estabilización de suelos con el uso de cloruro de sodio para la construcción de la base de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, se puede concluir que la hipótesis planteada se cumple y se ha logrado mejorar la estructura de la base del pavimento. Los datos recopilados y analizados muestran consistentemente mejoras en diversas propiedades del suelo después de la estabilización con cloruro de sodio. En primer lugar, se observó una reducción del contenido de humedad en los suelos estabilizados, lo que indica que la adición de sal ha contribuido a disminuir la cantidad de agua presente en el suelo. Esta disminución en la humedad puede prevenir problemas como la expansión excesiva del suelo, evitando así grietas y deformaciones en el pavimento. Además, se observaron mejoras significativas en los límites de Atterberg, como el límite de plasticidad y el índice de plasticidad. Estos parámetros son indicadores importantes de la plasticidad y la cohesión del suelo, y su mejora implica un aumento en la capacidad del suelo para soportar cargas y resistir deformaciones. Esto es esencial para asegurar una base de pavimento rígido sólida y duradera. En cuanto a la granulometría del suelo, aunque los resultados no mostraron mejoras significativas en todos los casos, se pudo apreciar una mejora cualitativa en la distribución de tamaños de partículas después de la estabilización con cloruro de sodio. Esto implica una mayor uniformidad y estabilidad en la estructura del suelo, lo cual es beneficioso para la construcción de la base de pavimento rígido. Finalmente, se observó un aumento en la densidad del suelo después de la estabilización con cloruro de sodio. La mayor densidad del suelo resultante contribuye a la resistencia y durabilidad del pavimento, ya que proporciona una base más sólida y estable. En conclusión, basándonos en los resultados obtenidos en el estudio, se puede afirmar que al estabilizar los suelos con el uso de cloruro de sodio en la construcción de la base de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, se logró mejorar notablemente la estructura de la base. Estas mejoras

incluyen la reducción del contenido de humedad, el aumento de los límites de Atterberg, la mejora en la granulometría del suelo y el incremento de la densidad del suelo. Estos resultados respaldan la hipótesis planteada y demuestran los beneficios de la estabilización del suelo con cloruro de sodio en la construcción de pavimento rígido. Sin embargo, es importante destacar que estos resultados son específicos para la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023 y podrían variar en diferentes contextos geográficos y temporales.

- Basado en los resultados obtenidos en el estudio sobre la mejora del contenido de humedad de los suelos con el uso de cloruro de sodio en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, podemos concluir que la hipótesis planteada no se cumple y no se logra una mejora significativa en el contenido de humedad de los suelos estabilizados. A través del análisis de los datos recopilados, se observó que la adición de cloruro de sodio no tuvo un impacto positivo en la reducción del contenido de humedad en comparación con los suelos sin estabilizar. Los valores de humedad registrados en los suelos estabilizados con cloruro de sodio no mostraron una disminución significativa en comparación con los suelos no tratados. Esta falta de reducción en el contenido de humedad puede resultar problemática, ya que un exceso de humedad en el suelo puede comprometer la resistencia y estabilidad del pavimento. Es importante destacar que la estabilización del contenido de humedad en el suelo es un factor crucial en la construcción de pavimentos rígidos, ya que afecta directamente la capacidad de soporte y la durabilidad del pavimento. En este estudio, no se logró una mejora significativa en el contenido de humedad de los suelos mediante el uso de cloruro de sodio como agente estabilizante. Por lo tanto, basado en estos resultados, se concluye que la adición de cloruro de sodio no mejora de manera efectiva el contenido de humedad de los suelos en la construcción de pavimento rígido en la localidad



de Vicco, Pasco en el año 2023. Es importante considerar estos hallazgos al seleccionar los métodos de estabilización del suelo en futuros proyectos de construcción de pavimentos rígidos en esta localidad y explorar alternativas más efectivas para lograr los objetivos deseados en términos de contenido de humedad del suelo.

- Basado en los resultados obtenidos en el estudio sobre la mejora de la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, podemos concluir que la hipótesis planteada se cumple y se logra una mejora notable en la granulometría de los suelos estabilizados. Durante el estudio, se encontró que la adición de cloruro de sodio como agente estabilizante tuvo un impacto positivo en la distribución de los tamaños de partículas presentes en los suelos. Los análisis granulométricos revelaron que los suelos estabilizados con cloruro de sodio exhibieron una distribución más uniforme de los tamaños de partículas en comparación con los suelos sin tratar. La mejora en la granulometría de los suelos estabilizados es un factor importante en la construcción de pavimentos rígidos, ya que una distribución más uniforme de los tamaños de partículas contribuye a una mayor cohesión y resistencia del suelo. Esto a su vez resulta en una base más sólida y estable para el pavimento, reduciendo la posibilidad de deformaciones y asentamientos no deseados. En conclusión, los resultados obtenidos respaldan la hipótesis planteada de que al mejorar la granulometría de los suelos con el uso de cloruro de sodio, se logra una mejora notable en la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023. Estos hallazgos son relevantes para futuros proyectos de construcción de pavimentos rígidos, ya que demuestran la efectividad del cloruro de sodio como agente estabilizante para mejorar las propiedades granulométricas del suelo y garantizar la durabilidad y resistencia del pavimento.

- Basado en los resultados obtenidos en el estudio sobre la mejora de los límites de Atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, podemos concluir que la hipótesis planteada se cumple y se logra una mejora significativa en los límites de Atterberg de los suelos estabilizados. Durante el estudio, se observó que la adición de cloruro de sodio como agente estabilizante tuvo un impacto positivo en los límites de Atterberg de los suelos. Los límites de plasticidad, límites de liquidez y el índice de plasticidad disminuyeron considerablemente en comparación con los suelos sin tratar. Esta mejora en los límites de Atterberg es esencial en la construcción de pavimento rígido, ya que indica una reducción en la plasticidad del suelo y una mayor capacidad para resistir deformaciones y asentamientos. Al disminuir los límites de plasticidad y liquidez, se logra una mayor estabilidad del suelo, lo que se traduce en una base más sólida y resistente para el pavimento. En conclusión, los resultados respaldan la hipótesis planteada de que, al mejorar los límites de Atterberg de los suelos con el uso de cloruro de sodio, se logra una mejora notable en la estructura de la base en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023. Estos hallazgos son relevantes para futuros proyectos de construcción de pavimentos rígidos, ya que demuestran la efectividad del cloruro de sodio como agente estabilizante para reducir la plasticidad del suelo y garantizar la estabilidad y durabilidad del pavimento.
- Basado en los resultados obtenidos en el estudio sobre la densidad de los suelos en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023, se puede concluir que el uso de cloruro de sodio como agente estabilizante tiene un efecto significativo en la densidad de los suelos. Durante el estudio, se encontró que la adición de cloruro de sodio contribuyó a aumentar la densidad de los suelos estabilizados en comparación con los suelos sin tratar. Esto se debe a que el cloruro de sodio actúa como un agente que facilita la

compactación del suelo, lo que resulta en una mayor densidad. Una mayor densidad en los suelos es beneficiosa en la construcción de pavimento rígido, ya que proporciona una base más sólida y resistente. La densidad adecuada del suelo garantiza una distribución uniforme de las cargas y reduce los riesgos de asentamiento y deformación del pavimento a lo largo del tiempo. En conclusión, los resultados respaldan la hipótesis de que al mejorar la densidad de los suelos con el uso de cloruro de sodio, se logra una estructura de base más densa y compacta en la construcción de pavimento rígido en la localidad de Vicco, Pasco en el año 2023. Estos hallazgos son relevantes para la planificación y diseño de futuros proyectos de pavimentación, ya que demuestran la eficacia del cloruro de sodio como agente estabilizante para mejorar la densidad de los suelos y garantizar la durabilidad y resistencia del pavimento.

## RECOMENDACIONES

Considerar las características del suelo local: Antes de aplicar cloruro de sodio como agente estabilizante, es importante realizar un análisis detallado de las propiedades del suelo local. Esto incluye evaluar la granulometría, los límites de Atterberg, la densidad y otras características relevantes. Estos datos servirán de base para determinar la dosificación adecuada de cloruro de sodio y para evaluar el impacto en las propiedades del suelo.

Realizar pruebas preliminares: Antes de implementar el cloruro de sodio en la construcción de pavimento rígido a gran escala, se recomienda realizar pruebas preliminares en el laboratorio y en el campo. Estas pruebas permitirán evaluar la eficacia del agente estabilizante y ajustar la dosificación según sea necesario. Además, proporcionarán información importante sobre la compactación, resistencia y durabilidad del pavimento resultante.

Establecer protocolos de aplicación: Es fundamental establecer protocolos de aplicación claros y precisos para garantizar la correcta dosificación y distribución del cloruro de sodio en el suelo. Se deben considerar aspectos como el momento de la aplicación, las técnicas de mezclado y compactación, y las condiciones ambientales óptimas. El cumplimiento de estos protocolos contribuirá a obtener resultados consistentes y confiables.

Monitorear el desempeño del pavimento: Una vez construido el pavimento, se recomienda llevar a cabo un monitoreo continuo del desempeño a lo largo del tiempo. Esto implica evaluar parámetros como la resistencia, la deformación, el asentamiento y la durabilidad. El monitoreo permitirá identificar cualquier problema o deterioro en el pavimento y tomar medidas correctivas oportunas.

Continuar investigando: A pesar de los resultados positivos obtenidos en este proyecto, se sugiere continuar investigando y explorando otras alternativas de estabilización del suelo. La ciencia de la ingeniería civil está en constante evolución, y es importante mantenerse actualizado sobre nuevos avances, técnicas y materiales que puedan mejorar aún más la calidad y durabilidad del pavimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2007). Guía para diseño de pavimentos de concreto hidráulico. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2006). UNE-EN 13286-47: Ensayos para determinar las propiedades de los suelos. Parte 47: Ensayos de compactación Proctor modificado. AENOR.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2015). Manual de laboratorio de suelos. INTA.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). Especificaciones técnicas generales para construcción. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Schaefer, V. R., & Schaefer, V. R. (2002). Ciencia y práctica de la construcción de carreteras. Limusa Wiley.

## **ANEXOS**

- Instrumentos de recolección de datos

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+000 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8097				
Peso del frasco + arena que queda	g	3434				
Peso de arena empleada	g	4663				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2848				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1924.3243243244				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4910				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4705				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1423				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	547.30769230769226				
Peso de finos	g	3282				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1377.0166320166322				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9900451319387273</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.4195257721244419</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9900451319387273			
Contenido de humedad	%	6.4195257721244419			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+025 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8003				
Peso del frasco + arena que queda	g	3355				
Peso de arena empleada	g	4648				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2833				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1914.1891891891892				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5089				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4884				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1246				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	479.23076923076923				
Peso de finos	g	3638				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1434.9584199584199				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0537868528148531</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.2074649160880675</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0537868528148531			
Contenido de humedad	%	6.2074649160880675			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9337500000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9100000000000003</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+050 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8073				
Peso del frasco + arena que queda	g	3334				
Peso de arena empleada	g	4739				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2924				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1975.6756756756756				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5143				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4938				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1046				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	402.30769230769232				
Peso de finos	g	3892				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1573.3679833679832				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0054336947678086</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.2424435704710435</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0054336947678086			
Contenido de humedad	%	7.2424435704710435			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+075 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8136				
Peso del frasco + arena que queda	g	3335				
Peso de arena empleada	g	4801				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2986				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2017.5675675675675				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5063				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4858				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1016				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	390.76923076923077				
Peso de finos	g	3842				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1626.7983367983368				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.041004909960578</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.7192109783308807</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.041004909960578			
Contenido de humedad	%	6.7192109783308807			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9125000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9000000000000002</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+100 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8068				
Peso del frasco + arena que queda	g	3370				
Peso de arena empleada	g	4698				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2883				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1947.9729729729729				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5139				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4934				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1122				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	431.53846153846155				
Peso de finos	g	3812				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1516.4345114345115				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1030905016677663</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.4182417036187953</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1030905016677663				
Contenido de humedad	%	6.4182417036187953				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9762500000000001				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	6				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9300000000000005</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+125 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8087				
Peso del frasco + arena que queda	g	3482				
Peso de arena empleada	g	4605				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2790				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1885.1351351351352				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5075				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4870				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1447				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	556.53846153846155				
Peso de finos	g	3423				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1328.5966735966736				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9588175148758982</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.1856369289137181</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9588175148758982			
Contenido de humedad	%	7.1856369289137181			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8274999999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8599999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+150 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8031				
Peso del frasco + arena que queda	g	3420				
Peso de arena empleada	g	4611				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2796				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1889.1891891891892				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5054				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4849				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1026				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	394.61538461538458				
Peso de finos	g	3823				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1494.5738045738046				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0439262384079848</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.8719601781952786</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0439262384079848			
Contenido de humedad	%	6.8719601781952786			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9125000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9000000000000002</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+175 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8071				
Peso del frasco + arena que queda	g	3486				
Peso de arena empleada	g	4585				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2770				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1871.6216216216217				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4932				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4727				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1319				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	507.30769230769226				
Peso de finos	g	3408				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1364.3139293139293				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0215794557502251</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.1058532486751336</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0215794557502251			
Contenido de humedad	%	8.1058532486751336			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+200 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8113				
Peso del frasco + arena que queda	g	3301				
Peso de arena empleada	g	4812				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2997				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2025				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5058				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4853				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1215				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	467.30769230769226				
Peso de finos	g	3638				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1557.6923076923076				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0670891286369923</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.0830916934375114</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0670891286369923			
Contenido de humedad	%	8.0830916934375114			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9125000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9000000000000002</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+225 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8037				
Peso del frasco + arena que queda	g	3329				
Peso de arena empleada	g	4708				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2893				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1954.7297297297298				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5000				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4795				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1356				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	521.53846153846155				
Peso de finos	g	3439				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1433.1912681912681				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1400065516647935</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.2862265232026964</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1400065516647935			
Contenido de humedad	%	8.2862265232026964			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9762500000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9300000000000005</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+250 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b> FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b> EMCR
		<b>FECHA:</b> 02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8128				
Peso del frasco + arena que queda	g	3437				
Peso de arena empleada	g	4691				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2876				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1943.2432432432433				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5023				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4818				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1044				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	401.53846153846155				
Peso de finos	g	3774				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1541.7047817047819				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.00458187058504</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.4290396530109604</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.00458187058504				
Contenido de humedad	%	8.4290396530109604				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8487499999999999				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	8				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.87</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+275 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO	g	1				
Peso del frasco + arena	g	8095				
Peso del frasco + arena que queda	g	3498				
Peso de arena empleada	g	4597				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2782				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1879.7297297297298				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5031				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4826				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1106				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	425.38461538461536				
Peso de finos	g	3720				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1454.3451143451143				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9381671619700507</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.3033722889993413</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9381671619700507			
Contenido de humedad	%	7.3033722889993413			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8062499999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8499999999999998</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+300 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8105				
Peso del frasco + arena que queda	g	3395				
Peso de arena empleada	g	4710				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2895				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1956.081081081081				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5066				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4861				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1021				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	392.69230769230768				
Peso de finos	g	3840				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1563.3887733887734				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9171436000014845</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.1394380623659259</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9171436000014845			
Contenido de humedad	%	6.1394380623659259			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8062499999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8499999999999998</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+325 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8022				
Peso del frasco + arena que queda	g	3360				
Peso de arena empleada	g	4662				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2847				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1923.6486486486488				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4941				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4736				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1337				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	514.23076923076917				
Peso de finos	g	3399				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1409.4178794178797				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1432252964262646</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.2953840513774484</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1432252964262646			
Contenido de humedad	%	7.2953840513774484			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9974999999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9399999999999995</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+350 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8061				
Peso del frasco + arena que queda	g	3458				
Peso de arena empleada	g	4603				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2788				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1883.7837837837837				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4853				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4648				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1332				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	512.30769230769226				
Peso de finos	g	3316				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1371.4760914760914				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9741942737006661</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.785356251557336</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9741942737006661			
Contenido de humedad	%	6.785356251557336			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8487499999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.87</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+375 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8124				
Peso del frasco + arena que queda	g	3318				
Peso de arena empleada	g	4806				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2991				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2020.9459459459461				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4995				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4790				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1022				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	393.07692307692304				
Peso de finos	g	3768				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1627.869022869023				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9821568761292965</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.4627565597426244</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9821568761292965			
Contenido de humedad	%	8.4627565597426244			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8274999999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8599999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+400 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8030				
Peso del frasco + arena que queda	g	3476				
Peso de arena empleada	g	4554				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2739				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1850.6756756756756				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4802				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4597				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1194				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	459.23076923076923				
Peso de finos	g	3403				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1391.4449064449063				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9375184506504448</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.0201614583006808</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9375184506504448			
Contenido de humedad	%	6.0201614583006808			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8274999999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8599999999999999</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+425 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8060				
Peso del frasco + arena que queda	g	3463				
Peso de arena empleada	g	4597				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2782				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1879.7297297297298				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4919				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4714				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1225				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	471.15384615384613				
Peso de finos	g	3489				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1408.5758835758836				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1185068742521769</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.198323807826803</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1185068742521769				
Contenido de humedad	%	7.198323807826803				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9762500000000001				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	6				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9300000000000005</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+450 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8116				
Peso del frasco + arena que queda	g	3484				
Peso de arena empleada	g	4632				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2817				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1903.3783783783783				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4988				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4783				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1069				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	411.15384615384613				
Peso de finos	g	3714				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1492.2245322245321				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.03036515803297</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.162884080155294</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.03036515803297			
Contenido de humedad	%	6.162884080155294			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9125000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9000000000000002</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+475 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO	g	1				
Peso del frasco + arena	g	8036				
Peso del frasco + arena que queda	g	3447				
Peso de arena empleada	g	4589				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2774				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1874.3243243244				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5040				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4835				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1285				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	494.23076923076923				
Peso de finos	g	3550				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1380.0935550935551				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0987363612744132</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.1979183440563315</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0987363612744132			
Contenido de humedad	%	6.1979183440563315			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9762500000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9300000000000005</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+500 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8141				
Peso del frasco + arena que queda	g	3369				
Peso de arena empleada	g	4772				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2957				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1997.9729729729729				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4850				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4645				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1000				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	384.61538461538458				
Peso de finos	g	3645				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1613.3575883575884				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0774688201575966</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.2643897778821769</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0774688201575966			
Contenido de humedad	%	6.2643897778821769			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9550000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9200000000000004</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+525 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8107				
Peso del frasco + arena que queda	g	3322				
Peso de arena empleada	g	4785				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2970				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2006.7567567567569				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4845				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4640				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1321				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	508.07692307692304				
Peso de finos	g	3319				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1498.6798336798338				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1585267516442843</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.0614143501519173</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1585267516442843			
Contenido de humedad	%	8.0614143501519173			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9974999999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9399999999999995</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+550 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8143				
Peso del frasco + arena que queda	g	3432				
Peso de arena empleada	g	4711				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2896				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1956.7567567567569				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4836				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4631				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1128				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	433.84615384615381				
Peso de finos	g	3503				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1522.9106029106031				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9535076944808756</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.8950858813064766</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9535076944808756			
Contenido de humedad	%	6.8950858813064766			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8274999999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8599999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+575 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8068				
Peso del frasco + arena que queda	g	3498				
Peso de arena empleada	g	4570				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2755				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1861.4864864864865				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5080				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4875				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1258				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	483.84615384615381				
Peso de finos	g	3617				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1377.6403326403326				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0257412302076609</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.3284080324952239</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0257412302076609			
Contenido de humedad	%	8.3284080324952239			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+600 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8022				
Peso del frasco + arena que queda	g	3427				
Peso de arena empleada	g	4595				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2780				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1878.3783783783783				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4820				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4615				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1036				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	398.46153846153845				
Peso de finos	g	3579				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1479.9168399168398				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0799967611669565</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.7580005838931516</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0799967611669565			
Contenido de humedad	%	8.7580005838931516			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9125000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9000000000000002</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+625 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8117				
Peso del frasco + arena que queda	g	3413				
Peso de arena empleada	g	4704				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2889				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1952.0270270270271				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4889				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4684				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1201				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	461.92307692307691				
Peso de finos	g	3483				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1490.1039501039502				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1382902758155176</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.0483241960208973</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1382902758155176			
Contenido de humedad	%	7.0483241960208973			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9974999999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9399999999999995</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+650 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8015				
Peso del frasco + arena que queda	g	3374				
Peso de arena empleada	g	4641				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2826				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1909.4594594594596				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4841				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4636				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1190				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	457.69230769230768				
Peso de finos	g	3446				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1451.767151767152				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9873886095343434</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.2774657504996432</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9873886095343434			
Contenido de humedad	%	6.2774657504996432			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+675 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8006				
Peso del frasco + arena que queda	g	3419				
Peso de arena empleada	g	4587				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2772				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1872.9729729729729				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5197				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4992				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1287				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	495				
Peso de finos	g	3705				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1377.9729729729729				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>21.9918284196542273</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9919791876458248</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.9918284196542273			
Contenido de humedad	%	8.9919791876458248			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8274999999999999			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.8599999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+700 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8141				
Peso del frasco + arena que queda	g	3422				
Peso de arena empleada	g	4719				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2904				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1962.1621621621621				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4938				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4733				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1175				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	451.92307692307691				
Peso de finos	g	3558				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1510.2390852390852				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1319095697993418</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.7288896019695716</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1319095697993418			
Contenido de humedad	%	6.7288896019695716			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9974999999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9399999999999995</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+725 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8113				
Peso del frasco + arena que queda	g	3313				
Peso de arena empleada	g	4800				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2985				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2016.8918918918919				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4890				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4685				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1144				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	440				
Peso de finos	g	3541				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1576.8918918918919				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0779597028276973</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.4575153369203528</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0779597028276973			
Contenido de humedad	%	7.4575153369203528			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9337500000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9100000000000003</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+750 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8117				
Peso del frasco + arena que queda	g	3480				
Peso de arena empleada	g	4637				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2822				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1906.7567567567569				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5190				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4985				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1413				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	543.46153846153845				
Peso de finos	g	3572				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1363.2952182952185				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.0275495753926873</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.4251109835661495</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.0275495753926873			
Contenido de humedad	%	8.4251109835661495			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.8700000000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.88</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+775 - Densidad de suelo sin estabilización (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8130				
Peso del frasco + arena que queda	g	3374				
Peso de arena empleada	g	4756				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2941				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1987.1621621621621				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5138				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4933				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1280				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	492.30769230769226				
Peso de finos	g	3653				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1494.8544698544697				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1038411555440821</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.7959227172117469</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1038411555440821			
Contenido de humedad	%	8.7959227172117469			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.9337500000000001			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9100000000000003</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+000 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8125				
Peso del frasco + arena que queda	g	3351				
Peso de arena empleada	g	4774				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2959				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1999.3243243244				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5145				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4940				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1453				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	558.84615384615381				
Peso de finos	g	3487				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1440.4781704781706				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2445319999653051</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.7806482576376865</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2445319999653051			
Contenido de humedad	%	7.7806482576376865			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0825			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9799999999999998</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+025 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8139				
Peso del frasco + arena que queda	g	3498				
Peso de arena empleada	g	4641				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2826				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1909.4594594594596				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5062				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4857				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1297				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	498.84615384615381				
Peso de finos	g	3560				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1410.6133056133058				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1881266248530711</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.1553244319258544</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1881266248530711				
Contenido de humedad	%	6.1553244319258544				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	7				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+050 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8014				
Peso del frasco + arena que queda	g	3433				
Peso de arena empleada	g	4581				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2766				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1868.918918918919				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4999				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4794				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1364				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	524.61538461538464				
Peso de finos	g	3430				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1344.3035343035344				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2754931782094259</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.1636686017552424</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2754931782094259			
Contenido de humedad	%	8.1636686017552424			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.1037499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9899999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+075 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8065				
Peso del frasco + arena que queda	g	3437				
Peso de arena empleada	g	4628				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2813				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1900.6756756756756				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5061				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4856				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1274				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	490				
Peso de finos	g	3582				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1410.6756756756756				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2211997882552588</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.8823425615322886</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2211997882552588			
Contenido de humedad	%	8.8823425615322886			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+100 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8090				
Peso del frasco + arena que queda	g	3351				
Peso de arena empleada	g	4739				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2924				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1975.6756756756756				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4856				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4651				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1292				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	496.92307692307691				
Peso de finos	g	3359				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1478.7525987525987				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.222111196914383</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9270194565873879</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.222111196914383			
Contenido de humedad	%	8.9270194565873879			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+125 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8005				
Peso del frasco + arena que queda	g	3364				
Peso de arena empleada	g	4641				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2826				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1909.4594594594596				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5195				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4990				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1369				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	526.53846153846155				
Peso de finos	g	3621				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1382.9209979209982				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2759461469399298</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.185200092212952</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2759461469399298			
Contenido de humedad	%	8.185200092212952			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.1037499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9899999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+150 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b> FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b> EMCR
		<b>FECHA:</b> 02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO	g	1				
Peso del frasco + arena	g	8070				
Peso del frasco + arena que queda	g	3398				
Peso de arena empleada	g	4672				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2857				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1930.4054054054054				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5173				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4968				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1276				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	490.76923076923077				
Peso de finos	g	3692				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1439.6361746361747				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1692670464467954</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.3366199238625072</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1692670464467954				
Contenido de humedad	%	6.3366199238625072				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	7				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+175 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8061				
Peso del frasco + arena que queda	g	3493				
Peso de arena empleada	g	4568				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2753				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1860.1351351351352				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4884				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4679				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1407				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	541.15384615384619				
Peso de finos	g	3272				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1318.981288981289				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2955224803775218</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.0245873118833728</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2955224803775218			
Contenido de humedad	%	8.0245873118833728			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+200 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8111				
Peso del frasco + arena que queda	g	3431				
Peso de arena empleada	g	4680				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2865				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1935.8108108108108				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4951				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4746				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1215				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	467.30769230769226				
Peso de finos	g	3531				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1468.5031185031185				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2607016441859695</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.5571017616311753</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2607016441859695			
Contenido de humedad	%	8.5571017616311753			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0825			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9799999999999998</b>			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+225 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8097				
Peso del frasco + arena que queda	g	3442				
Peso de arena empleada	g	4655				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2840				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1918.918918918919				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5033				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4828				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1460				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	561.53846153846155				
Peso de finos	g	3368				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1357.3804573804573				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2445538862905408</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.8928507600019788</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2445538862905408			
Contenido de humedad	%	8.8928507600019788			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+250 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8126				
Peso del frasco + arena que queda	g	3476				
Peso de arena empleada	g	4650				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2835				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1915.5405405405406				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4845				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4640				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1411				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	542.69230769230762				
Peso de finos	g	3229				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1372.848232848233				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.170932857870111</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.4182773465740706</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.170932857870111			
Contenido de humedad	%	6.4182773465740706			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.95999999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+275 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8025				
Peso del frasco + arena que queda	g	3470				
Peso de arena empleada	g	4555				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2740				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1851.3513513513515				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5190				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4985				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1053				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	405				
Peso de finos	g	3932				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1446.3513513513515				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2784544212190951</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.3044288161186106</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2784544212190951			
Contenido de humedad	%	8.3044288161186106			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.1037499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9899999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+300 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO	g	1				
Peso del frasco + arena	g	8019				
Peso del frasco + arena que queda	g	3347				
Peso de arena empleada	g	4672				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2857				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1930.4054054054054				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5079				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4874				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1222				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	470				
Peso de finos	g	3652				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1460.4054054054054				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1565602229583942</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.8265125923662788</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1565602229583942			
Contenido de humedad	%	6.8265125923662788			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0187499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9499999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+325 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8104				
Peso del frasco + arena que queda	g	3375				
Peso de arena empleada	g	4729				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2914				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1968.918918918919				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4943				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4738				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1399				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	538.07692307692309				
Peso de finos	g	3339				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1430.8419958419959				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1995229024419651</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9546948578063361</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1995229024419651			
Contenido de humedad	%	8.9546948578063361			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0187499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9499999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+350 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b> FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b> EMCR
		<b>FECHA:</b> 02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8104				
Peso del frasco + arena que queda	g	3313				
Peso de arena empleada	g	4791				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2976				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2010.8108108108108				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4906				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4701				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1266				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	486.92307692307691				
Peso de finos	g	3435				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1523.8877338877339				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.25753860617833</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.2371108789802312</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.25753860617833			
Contenido de humedad	%	6.2371108789802312			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+375 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8081				
Peso del frasco + arena que queda	g	3347				
Peso de arena empleada	g	4734				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2919				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1972.2972972972973				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4939				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4734				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1368				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	526.15384615384619				
Peso de finos	g	3366				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1446.1434511434511				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1745951421217424</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.7198832010770317</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1745951421217424			
Contenido de humedad	%	7.7198832010770317			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0187499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9499999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+400 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8099				
Peso del frasco + arena que queda	g	3446				
Peso de arena empleada	g	4653				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2838				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1917.5675675675675				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4971				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4766				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1208				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	464.61538461538458				
Peso de finos	g	3558				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1452.952182952183				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2210983664675261</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.7549237825361592</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2210983664675261				
Contenido de humedad	%	7.7549237825361592				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	6				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>				



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+425 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8002				
Peso del frasco + arena que queda	g	3336				
Peso de arena empleada	g	4666				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2851				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1926.3513513513515				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4908				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4703				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1452				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	558.46153846153845				
Peso de finos	g	3251				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1367.8898128898131				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2233670118681901</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9885790131465573</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2233670118681901			
Contenido de humedad	%	8.9885790131465573			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+450 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8057				
Peso del frasco + arena que queda	g	3320				
Peso de arena empleada	g	4737				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2922				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1974.324324324244				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5110				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4905				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1450				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	557.69230769230762				
Peso de finos	g	3455				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1416.6320166320168				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1852710746394837</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.0167895519458519</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1852710746394837				
Contenido de humedad	%	6.0167895519458519				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	7				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+475 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO		1				
Peso del frasco + arena	g	8090				
Peso del frasco + arena que queda	g	3401				
Peso de arena empleada	g	4689				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2874				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1941.8918918918919				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5043				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4838				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1083				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	416.53846153846155				
Peso de finos	g	3755				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1525.3534303534302				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2629013443456181</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.5651262909384993</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2629013443456181				
Contenido de humedad	%	7.5651262909384993				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.1037499999999998				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	7				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9899999999999999</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+500 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8133				
Peso del frasco + arena que queda	g	3402				
Peso de arena empleada	g	4731				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2916				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1970.2702702702702				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5146				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4941				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1255				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	482.69230769230768				
Peso de finos	g	3686				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1487.5779625779626				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2560795140260539</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.2408562816900233</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2560795140260539			
Contenido de humedad	%	7.2408562816900233			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.1037499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9899999999999999</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+525 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8060				
Peso del frasco + arena que queda	g	3375				
Peso de arena empleada	g	4685				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2870				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1939.1891891891892				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4971				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4766				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1034				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	397.69230769230768				
Peso de finos	g	3732				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1541.4968814968815				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2634594560065233</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.5157391061893257</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2634594560065233			
Contenido de humedad	%	6.5157391061893257			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	8			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+550 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8055				
Peso del frasco + arena que queda	g	3332				
Peso de arena empleada	g	4723				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2908				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1964.8648648648648				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5115				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4910				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1140				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	438.46153846153845				
Peso de finos	g	3770				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1526.4033264033264				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2023154539338607</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.8436848482164088</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2023154539338607			
Contenido de humedad	%	6.8436848482164088			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+575 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b> FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b> EMCR
		<b>FECHA:</b> 02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8003				
Peso del frasco + arena que queda	g	3464				
Peso de arena empleada	g	4539				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2724				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1840.5405405405406				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4986				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4781				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1029				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	395.76923076923077				
Peso de finos	g	3752				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1444.7713097713099				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2555640195400057</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.1441891548237981</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2555640195400057			
Contenido de humedad	%	6.1441891548237981			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+600 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8000				
Peso del frasco + arena que queda	g	3475				
Peso de arena empleada	g	4525				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2710				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1831.081081081081				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4882				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4677				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1359				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	522.69230769230762				
Peso de finos	g	3318				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1308.3887733887734				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.3131764365059753</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.8553617179282629</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.3131764365059753			
Contenido de humedad	%	8.8553617179282629			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	1			



## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+625 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

NUMERO DE ENSAYO	1				
Peso del frasco + arena	g	8138			
Peso del frasco + arena que queda	g	3484			
Peso de arena empleada	g	4654			
Peso de arena en el cono	g	1815			
Peso de arena en la excavación	g	2839			
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48			
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1918.2432432432433			
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4911			
Peso del recipiente	g	205			
Peso del suelo + grava	g	4706			
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1024			
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6			
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	393.84615384615381			
Peso de finos	g	3682			
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1524.3970893970895			
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.263288785020694</b>			

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.5077075303855958</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.263288785020694			
Contenido de humedad	%	6.5077075303855958			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+650 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8140				
Peso del frasco + arena que queda	g	3478				
Peso de arena empleada	g	4662				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2847				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1923.6486486486488				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4954				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4749				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1418				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	545.38461538461536				
Peso de finos	g	3331				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1378.2640332640335				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2108319938240601</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.3741173443166872</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2108319938240601			
Contenido de humedad	%	8.3741173443166872			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+675 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8003				
Peso del frasco + arena que queda	g	3319				
Peso de arena empleada	g	4684				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2869				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1938.5135135135135				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	5136				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4931				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1368				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	526.15384615384619				
Peso de finos	g	3563				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1412.3596673596674				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.1834636892444239</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>7.0325337864913644</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.1834636892444239			
Contenido de humedad	%	7.0325337864913644			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.95999999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+700 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8083				
Peso del frasco + arena que queda	g	3307				
Peso de arena empleada	g	4776				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2961				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2000.6756756756756				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4971				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4766				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1256				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	483.07692307692304				
Peso de finos	g	3510				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1517.5987525987525				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2630652321369298</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g					
Peso recipiente + suelo seco	g					
Peso de agua	g					
Peso de recipiente	g	SPEEDY				
Peso de suelo seco	g					
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>6.4971873946790542</b>				

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2630652321369298				
Contenido de humedad	%	6.4971873946790542				
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125				
Optimo contenido de humedad	%	6				
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>1</b>				

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+725 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8097				
Peso del frasco + arena que queda	g	3307				
Peso de arena empleada	g	4790				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2975				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2010.1351351351352				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4880				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4675				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1004				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	386.15384615384613				
Peso de finos	g	3671				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1623.981288981289				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2295949039794163</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.1671269365392991</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2295949039794163			
Contenido de humedad	%	8.1671269365392991			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.0612499999999998			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9699999999999997</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+750 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8116				
Peso del frasco + arena que queda	g	3334				
Peso de arena empleada	g	4782				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2967				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	2004.7297297297298				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4917				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4712				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1077				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	414.23076923076923				
Peso de finos	g	3635				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1590.4989604989605				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2226614650493621</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9539933847726605</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2226614650493621			
Contenido de humedad	%	8.9539933847726605			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	7			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.95999999999999996</b>			

## ENSAYO DE DESIDAD DE CAMPO

(NORMA ASTM D - 1556)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>OBRA</b>	CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO - OBRAS CONSTRUIDA POR EL GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	<b>CERTIFICADO:</b>	
<b>MATERIAL</b>	RELLENO - 0+775 - Densidad del suelo con estabilización al 7% (%)	<b>ENSAYADO POR:</b>	FMMA
<b>UBICACIÓN</b>	VICCO	<b>REVISADO POR:</b>	EMCR
		<b>FECHA:</b>	02/05/2023

#### DENSIDAD HUMEDA

<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1				
Peso del frasco + arena	g	8126				
Peso del frasco + arena que queda	g	3480				
Peso de arena empleada	g	4646				
Peso de arena en el cono	g	1815				
Peso de arena en la excavación	g	2831				
Densidad de la arena	g/cm <sup>3</sup>	1.48				
Volumen del material extraido	cm <sup>3</sup>	1912.8378378378379				
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4992				
Peso del recipiente	g	205				
Peso del suelo + grava	g	4787				
Peso retenido en la malla 3/4"	g	1475				
Peso específico de la grava	g/cm <sup>3</sup>	2.6				
Volumen de la grava	cm <sup>3</sup>	567.30769230769226				
Peso de finos	g	3312				
Volumen de finos	cm <sup>3</sup>	1345.5301455301455				
<b>Densidad Húmeda</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>22.2228821534533254</b>				

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso recipiente + suelo húmedo	g				
Peso recipiente + suelo seco	g				
Peso de agua	g				
Peso de recipiente	g	SPEEDY			
Peso de suelo seco	g				
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9648114437904596</b>			

#### RESULTADOS

Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.2228821534533254			
Contenido de humedad	%	8.9648114437904596			
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.04			
Máxima densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	2.125			
Optimo contenido de humedad	%	6			
<b>Grado de compactación</b>	%	<b>0.9599999999999996</b>			