

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
		<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMAHOJA DE RESUMEN</b>	<b>FECHA</b>	10/011/2023
		<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

### RESUMEN TRABAJO DEGRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S) JESÚS DAVID APELLIDOS: VARGAS ZAPATA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR: OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE(S): Jesús David APELLIDOS: Vargas Zapata

TÍTULO DEL TRABAJO (TRABAJO GRADO): PASANTÍA COMO ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

El propósito consiste en aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la universidad a través de una pasantía desempeñando el rol de auxiliar técnico administrativo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Dicho laboratorio se dedica a ofrecer capacitación y asesoría a los estudiantes, colaborar en el préstamo de equipos y brindar servicios de extensión a la comunidad. Esta experiencia brindará la oportunidad de profundizar y adquirir experiencia profesional en el ámbito laboral, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y planteando soluciones a diversas inquietudes o problemas que puedan surgir por parte de los estudiantes.

PALABRAS CLAVES: Universidad

Laboratorios – Equipo

CARACTERÍSTICAS: PÁGINAS: 73

PÁGINAS: 73

ILUSTRACIONES: .

PLANOS: NO

CD ROOM: NO



**ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO COMO MODALIDAD DE PASANTÍA  
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES**

**HORA:** 4:00 P.M.

**FECHA:** 04 septiembre 2023

**LUGAR:** FU - 102 UFPS

**JURADOS:** SEGUNDO RUJE RONCANCIO  
RICARDO ZARATE CABALLERO

**TITULO DEL PROYECTO:** "PASANTÍA COMO ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL  
LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

**DIRECTOR:** OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	<b>CODIGO</b>	<b>NOTA</b>
JESUS DAVID VARGAS ZAPATA	1921709	4.4 Cuatro cuatro (Aprobado)

**FIRMA DE LOS JURADOS**

**CODIGO: 00053**  
**SEGUNDO RUJE RONCANCIO**

**CODIGO: 00103**  
**RICARDO ZARATE CABALLERO**

**VoBo. ING. MARÍA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO**  
**COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR**

PASANTÍA COMO ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL  
LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE  
PAULA SANTANDER

JESUS DAVID VARGAS ZAPATA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2023

PASANTÍA COMO ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL LABORATORIO DE  
SUELOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Tecnólogo

En Obras Civiles

JESUS DAVID VARGAS ZAPATA

Director

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

SAN JOSE DE CUCUTA

2023

## Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	16
1 PROBLEMA	24
1.1 Titulo	24
1.2 Planteamiento del problema	24
1.3 Objetivos	24
1.3.1 Objetivo general	24
1.3.2 Objetivos específicos	24
1.4 Justificación	25
1.5 Alcances y limitaciones	26
1.5.1 Alcances	26
1.5.2 Limitaciones	26
1.5.3 Delimitaciones	26
1.5.4 Delimitación espacial	26
1.5.5 Delimitación temporal	26
1.5.6 Delimitación conceptual	26
2 MARCO REFERENTE	28
2.1 Antecedentes	28
2.2 Marco conceptual	30
2.3 Marco teórico	30
2.4 Importancia de las pruebas de laboratorio	30

2.5 Características que debe reunir U-un pavimento	31
2.6 Clasificación de los pavimentos	32
2.7 Marco contextual	34
2.8 Marco legal	34
<b>3 DISEÑO METODOLOGICO</b>	<b>35</b>
3.1 Tipo de investigación	35
3.2 Población y muestra	35
3.3 Instrumentos para la recolección de información	35
3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de datos	36
3.5 Presentación y análisis de los resultados	36
<b>4 CONTENIDO DEL PROYECTO</b>	<b>37</b>
4.1 Actividades técnicas administrativas	37
4.1.1 Actividades técnico académicas	37
4.1.2 Asistencia académica a los profesores que efectúan sus clases y prácticas en el laboratorio de suelos civiles	38
4.2 Ensayos realizados en el laboratorio de suelos civiles	39
4.2.1 Determinación en el laboratorio del contenido de agua (Humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo -agregado. (Norma INV E – 122 – 13)	39
4.2.2 Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 micras en los agregados pétreos mediante lavado. (Norma INV E - 214 - 13)	42

4.2.3 Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino. (Norma INVE – 213 – 13)	46
4.2.4 Determinación del límite líquido de los suelos. (Norma INV E – 125 – 13)	51
4.2.5 Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. (Norma INV E – 126 – 13)	53
4.2.6 Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37.5 Mm (1½") por medio de la máquina de los angeles. (Norma INV E – 218 – 13)	54
4.2.7 Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación). (Norma INV E – 142 – 13)	58
4.2.8 CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada	63
(Norma INV E – 148 – 13)	63
4.3 Asistencia de servicio	69
4.3.1 Servicio de atención al estudiante	70
4.3.2 Asistencia proyectos de grado	72
4.4 Trabajo de campo	72
4.4.1 Uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a Poca	72
Profundidad (Norma INV E – 172 – 13)	72
4.4.2 CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada (Norma INV E – 148 -13)	75
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	82

## **Tabla de ilustraciones**

Ilustración 1. asistencia como pasante en las diferentes clases	25
Ilustración 2. Equipos utilizados en el ensayo de INV E – 122 – 13	27
Ilustración 3. Realización del ensayo de INV E – 122 – 13	27
Ilustración 4. Equipos utilizados en el ensayo INV E - 214 – 13	31
Ilustración 5. Realización del ensayo INV E - 214 – 13	31
Ilustración 6. Realización Del Ensayo INV E – 213 – 13	35
Ilustración 7. Realización del ensayo INV E – 125 – 13	38
Ilustración 8. Equipos utilizados en el ensayo INV E – 125 – 13	39
Ilustración 9. Realización del ensayo INV E – 218 – 13	42
Ilustración 10. Equipos utilizados en el ensayo INV E – 142 – 13	45
Ilustración 11. Realización del ensayo INV E – 142 – 13	47
Ilustración 12. Gráfico obtenido del ensayo INV E – 142 – 13	49
Ilustración 13. Servicio De Atención Al Estudiante	57
Ilustración 14. Penetrómetro dinámico de cono	59
Ilustración 15. Ensayo realizado en campo INV E – 172 – 13	61
Ilustración 16. Ensayo realizado en campo de CBR inalterado	64

## Lista de tablas

Tabla 1. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 122 – 13	29
Tabla 2. Cantidades de masa mínima según el tamaño. fuente: invias	30
Tabla 3. Resultados obtenidos del ensayo INV E - 214 – 13	33
Tabla 4. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 213 – 13	36
Tabla 5. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 218 – 13	43
Tabla 6. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 142 – 13	48
Tabla 7. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 148 – 13	52
Tabla 8. Lecturas de expansión tomadas del cilindro en los 4 días	53
Tabla 9. Resultados de la penetración de los cilindros	54
Tabla 10. Asistencia de servicio	55

## INTRODUCCIÓN

Como requisito para obtener el título de Tecnólogo en Obras Civiles, se plantea la necesidad de desarrollar un anteproyecto.

Con base en este requerimiento, el propósito consiste en aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la universidad a través de una pasantía desempeñando el rol de auxiliar técnico administrativo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Dicho laboratorio se dedica a ofrecer capacitación y asesoría a los estudiantes, colaborar en el préstamo de equipos y brindar servicios de extensión a la comunidad. Esta experiencia brindará la oportunidad de profundizar y adquirir experiencia profesional en el ámbito laboral, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y planteando soluciones a diversas inquietudes o problemas que puedan surgir por parte de los estudiantes.

Las actividades a llevar a cabo, enmarcadas dentro del contexto del anteproyecto, incluyen brindar apoyo como auxiliar técnico administrativo en los proyectos realizados por el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander, tanto en actividades de investigación como en labores de ayuda a la comunidad, así como también en los convenios existentes.

## 1 PROBLEMA

### 1.1 Titulo

Proyecto académico como auxiliar técnico administrativo del laboratorio de suelos de la universidad francisco de paula Santander.

### 1.2 Planteamiento Del Problema

La Universidad Francisco de Paula Santander es un centro de formación integral de los profesionales de la frontera Colombo-venezolana, zona de intercambio cultural en donde confluyen saberes binacionales, para una región que exige un alto grado de calificación de su obra de mano y excelente nivel cognoscitivo para liderar las obras sociales y de infraestructura, que tiendan a conseguir el progreso de la ciudad, región o país.

En razón a la demanda de trabajo que se presenta en el laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, se ha solicitado la asignación de un estudiante de último semestre de Tecnología en Obras Civiles para la ejecución de diferentes funciones administrativas y como apoyo para los estudiantes de Obras Civiles modalidad Presencial y distancia con el fin de brindarles las herramientas necesarias para avanzar en su camino profesional. Con esta labor se permite un mejor avance y desempeño en el laboratorio.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 *Objetivo General.*

Realizar las actividades correspondientes como Auxiliar Técnico Administrativo del Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander.

#### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Implementar por medio de las Tics un recurso que permita a los estudiantes tener una herramienta de consulta que facilite la ejecución de ensayos de laboratorio de Análisis

Granulométrico De Los Agregados Grueso Y Fino. (Norma INV E – 213 – 13), identificando el equipo y los recursos necesarios para la caracterización del suelo.

- Apoyo en la actualización del inventario del laboratorio de suelos y pavimentos al director del Laboratorio.
- Asistir como pasante en las diferentes clases impartidas por los docentes en el laboratorio de suelos civiles de la universidad francisco de paula Santander.
- Evaluar la efectividad de diferentes métodos de ensayo de suelos según las normas del INVÍAS. Se buscará determinar la influencia de variables como el tipo de suelo, la humedad óptima de compactación y la energía de compactación en los resultados obtenidos.
- Brindar ayuda y/o asesoría a los estudiantes de facultad de ingeniería, modalidad presencial y distancia.

#### **1.4 Justificación**

Es notorio que la falta de conocimientos sobre suelos genere un déficit en la formación técnica de los profesionales; El Proyecto Educativo Institucional, considera como objetivo fundamental la labor académica, concebida como el desarrollo de la actividad práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales como persona; apoyados en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

La realización de las pasantías en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander, contribuye a un excelente cumplimiento de los propósitos pactados y a dar una solución más efectiva a los problemas allí presentados.

## **1.5 Alcances Y Limitaciones**

### ***1.5.1 Alcances***

Este proyecto tiene como propósito satisfacer las necesidades que surgen en el Laboratorio de suelos en el transcurso del primer semestre del 2023 y dejar al servicio de la comunidad estudiantil, los conocimientos adquiridos dentro de la institución, brindando la asistencia técnica para la realización de los diferentes proyectos, que tengan como fin determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre y, responder a los compromisos adquiridos por la Universidad.

### ***1.5.2 Limitaciones.***

Este proyecto estará sujeto directamente a la programación y el cronograma de trabajo específico elaborado por el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander y el director de pasantía para la ejecución de los diferentes proyectos. La movilización para la toma de muestras, dependerá de la asignación dada al Laboratorio de Suelos y, la División de Servicios Académicos.

### ***1.5.3 Delimitaciones***

#### ***1.5.4 Delimitación Espacial.***

El proyecto se desarrollará principalmente dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el Laboratorio de Suelos. Las funciones técnico-administrativas de esta pasantía, se realizarán en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander, dónde se llevarán a cabo las labores descritas.

#### ***1.5.5 Delimitación Temporal.***

Esta pasantía se realizará durante el primer semestre académico del año 2023.

#### ***1.5.6 Delimitación Conceptual.***

Se trabajará a partir de conceptos claves como son:

- Mecánica de suelos
- Pavimentos
- Diseño de Mezclas

## 2 MARCO REFERENTE

### 2.1 Antecedentes

GOMEZ PARADA, VLADIMIR. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles, 2005. 50 p.

La pasantía se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, donde le permitió al estudiante vincularse al desarrollo de las actividades propias del desempeño profesional de un tecnólogo en Obras Civiles, estas actividades se encaminan a brindar asistencia técnico administrativa en las labores que adelanta el Laboratorio. En materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso.

PIEDRAHITA QUINTERO, JEAN CARLOS. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles. 2004, 50p.

El proyecto educativo institucional, considera como objetivo fundamental la labor académica concebida como el desarrollo de la actividad práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la capacitación del hombre en su actitud. Responsable frente a los hechos y deberes sociales como persona; apoyados en el alcance de la investigación y extensión a la comunidad.

VEGA LAZARO, Miguel Fernando. Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad san José de Cúcuta. Trabajo de grado. Tecnólogo en Obras Civiles.

Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Tecnología en Obras Civiles, 2005. 98 p.

Esta pasantía se desarrolló en Planeación Municipal de San José de Cúcuta, y se trabajó como Tecnólogo en obras civiles en actividades de inspección visual de daños de las vías de acceso y circulación de las comunas 3 y 4, consistía en hacer levantamientos de las vías pavimentadas, los diferentes pavimentos, para crear una base de datos estadísticos acerca del estado actual de la malla vial.

PEREZ VILLARRUEL, JESÚS. Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil, Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles, 2010, 52p.

La pasantía se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, donde le permitió al estudiante vincularse al desarrollo de las actividades propias del desempeño profesional de un tecnólogo en Obras Civiles, estas actividades se encaminan a brindar asistencia técnico administrativa en las labores que adelanta el Laboratorio. En materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso.

HERRERA ANGARITA, Brillith, ANGARITA MUÑOZ, Jenny. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (iri) y Análisis de la Viga Benkelman en el Pavimento de la Avenida Libertadores en la Ciudad de Cúcuta. Trabajo de grado Ingeniera Civil. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Ingeniería Civil, 2005. 110 p.

En este proyecto se encuentra, primero que todo un reconocimiento de las fallas presentes en el pavimento flexible de la avenida Libertadores de la Ciudad de San José de Cúcuta y, algunas posibles soluciones.

## **2.2 Marco Conceptual**

**LIMITE DE COHESIÓN.** Es el contenido de humedad con el cual las boronas del suelo son capaces de pegarse unas con otras.

**LIMITE DE CONTRACCIÓN.** Es el contenido de humedad por debajo del cual no se produce reducción adicional de volumen o contracción en el suelo.

**LIMITE DE FLUENCIA.** Aquel en el que se presenta un alargamiento notable sin existir un aumento de carga.

**LIMITE LÍQUIDO.** Es el contenido de húmeda de debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico

**LIMITE DE PEGAJOSIDAD.** Es el contenido de humedad con el cual el suelo comienza a pegarse a las superficies metálicas tales como la cuchilla de la espátula.

**MECÁNICA DE SUELOS.** Es el nombre dado a la interpretación científica del comportamiento del suelo. Puede definirse como la ciencia que trata con todos fenómenos que afectan el comportamiento del suelo.

**LIMITE PLÁSTICO.** Es el contenido de húmeda de debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

**PAVIMENTO.** Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

## **2.3 Marco Teórico**

### **2.4 Importancia De Las Pruebas De Laboratorio.**

Las pruebas de laboratorio constituyen nuestra herramienta para dilucidar las condiciones en las que trabajaría la constructora, dándonos mediante la realización de diferentes ensayos las

propiedades de los suelos y la resistencia de los materiales a utilizar, y el estado en que se encuentra y de esta forma, poder aplicar la teoría que mejor se ajuste a este entorno. En la mecánica de suelos este es el procedimiento más común a seguir. En la actualidad la mecánica de suelos tiene tres tareas: primero, en base a ensayos de laboratorio, suministrar los datos numéricos necesarios para el diseño técnicamente correcto y económico de las obras; segundo, realizar ensayos de campo y observaciones durante el proceso de la construcción, y tercero, realizar observaciones en la obra concluida.

Al encontrarse las pruebas de laboratorio muy al inicio del estudio de un problema geotécnico, es realmente importante que se realicen con profesionalismo y responsabilidad, pues estas aportarán datos representativos del material térreo. Igualmente, importante es la toma de estas muestras y la conveniente ubicación de los apiques de donde se extraerán, de forma que sean realmente muestra que identifiquen la totalidad del material que se verá comprometido. Todo esto permitirá resultados eficientes y considerables ahorros de tiempo y dinero.

## **2.5 Características Que Debe Reunir Un Pavimento.**

Un pavimento, para cumplir adecuadamente sus funciones, debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperie.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto de abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.

- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado. Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

## **2.6 Clasificación De Los Pavimentos.**

En nuestro medio, los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos Semirrígidos o Semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

**Pavimentos Flexibles.** Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

**Pavimentos Semi-Rígidos.** Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

**Pavimentos Rígidos.** Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la sub-rasante o sobre una capa de material seleccionado la cual se denomina sub.-base del pavimento rígido.

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el

concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub.rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

**Pavimentos Articulados.** Están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la sub. -rasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento.

**Diseños de Mezclas.** El concreto es una masa heterogénea constituida básicamente por agregados, cemento Portland, agua, aire y algunas veces aditivos, que una vez endurecida tiene la característica de resistir esfuerzos mecánicos en especial los de compresión.

**Los Agregados o Áridos,** constituyen el material llenante; está compuesto por una parte fina y otra gruesa. Al agregado fino comúnmente se le conoce como arena y al agregado grueso como grava o piedra triturada. La diferencia entre arena y grava se ha establecido en forma conveniente y arbitraria tomando como base su tamaño. En general, la arena es aquella cuyo diámetro es inferior a 5 mm, mientras que la grava es aquella superior a 5mm.

**El Cemento Portland.** Es el pegante o ligante hidráulico, es decir, el material que en determinadas condiciones es capaz de endurecerse con el transcurso del tiempo, uniendo a los otros materiales heterogéneos (agregado fino y grueso). En particular, el cemento Portland se endurece al ponerlo en contacto con el agua (proceso de hidratación) lo que dé lugar a una acción inicial de fraguado (reacción química), que a su temperatura convierte la masa plástica de concreto fresco en una masa endurecida e indeformable. Luego de que el concreto ha fraguado continua un largo periodo de endurecimiento por lo que se alcanzan las resistencias mecánicas previstas. El proceso

de endurecimiento es indefinido, pero se considera que a los 28 días se obtiene la resistencia de trabajo, la cual se expresa en Kg. /cm. o en algunas veces en lb. /pul.

A la mezcla de cemento Portland, agua, aire (naturalmente atrapado o introducido a propósito) y aditivos (cuando se utilizan) se le conoce como PASTA DE CEMENTO y constituye la llamada MATRIZ. Así mismo, a la mezcla de pasta de cemento y arena se le denomina CEMENTO.

El aire atrapado es aquel que queda incluido inevitablemente dentro de la mezcla durante los procesos de mezclado y colocación del concreto dentro de la formaleta.

El aire introducido a propósito se refiere a las burbujas que se introducen a la mezcla por medio de un aditivo o un cemento especial con el fin de proporcionarle características especiales al concreto.

## **2.7 Marco Contextual**

La pasantía se realiza en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el Laboratorio de Suelos Civiles, ubicado en el edificio de Aulas Térreos, ubicado a un costado de la cancha de fútbol. Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil, tecnología en Obras Civiles, Ingeniería de Minas, Ingeniería Civil, lo cual representa aproximadamente quinientos alumnos por semana.

## **2.8 Marco Legal**

El consejo superior Universitario mediante acuerdo N. 065 del 26 de agosto de 1996, expide el estatuto de la Universidad Francisco de Paula Santander, de acuerdo con el artículo 40 dicho estatuto se establece la modalidad de proyecto académico, por las cuales el alumno puede optar para cumplir con este prerrequisito de graduación.

### **3 DISEÑO METODOLOGICO**

#### **3.1 Tipo De Investigación**

En el proyecto a desarrollar se aplica una investigación descriptiva ya que estas investigaciones apuntan a describir un fenómeno, proceso o situación mediante el estudio del mismo, en una circunstancia determinada en el espacio y el tiempo.

El trabajo de aplicar, recolectando información, recopilándola y analizándola, para su adecuado tratamiento y aplicación en cada caso respectivamente y poder tomar la mejor decisión para resolver el problema que se presente.

#### **3.2 Población Y Muestra**

Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil, Tecnología en obras Civiles, Ingeniería de Minas, siendo aproximadamente quinientos alumnos por semana y, a los 14 profesores quienes conforman la parte de las ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander.

#### **3.3 Instrumentos Para La Recolección De Información**

Para la recolección de información, se utiliza formatos de captura de los diferentes datos obtenidos, ya sea en el terreno objeto de estudio o en el Laboratorio de Suelos Civiles.

Información Primaria. Es la información obtenida directamente del Laboratorio, además de la información referente a la base de datos que posee esta dependencia, la cual sirve de base para recolectar lo faltante.

Información Secundaria. La información secundaria, consiste en aquella suministrada por los encargados del desarrollo del proyecto, asesorías, bibliografía especializada, normas y el director de proyecto.

### **3.4 Técnicas De Análisis Y Procesamiento De Datos**

En el análisis procesamiento de datos, se deben tener en cuenta las observaciones realizadas durante los respectivos ensayos.

- Ensayo de Humedad
- Ensayo de Granulometría
- Masa unitaria
- Peso unitario
- Densidad específica
- Lavado sobre tamiz 200
- Proctor
- CBR

### **3.5 Presentación Y Análisis De Los Resultados**

La información se presentará por medio de fotografías, tablas y gráficos, lo cual permitirá interpretar y comprender el comportamiento de los suelos, por medio de ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles.

## 4 CONTENIDO DEL PROYECTO

### 4.1 Actividades Técnicas Administrativas

#### 4.1.1 *Actividades Técnico Académicas*

Se realizó la limpieza y organización exhaustiva del laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, con el propósito de entregar en óptimas condiciones tanto el laboratorio como sus herramientas y equipos, a disposición de los estudiantes que requieran de sus servicios para llevar a cabo los ensayos.

Entre las actividades llevadas a cabo en el laboratorio, se destacan las siguientes:

- Limpieza completa de las instalaciones.
- Verificación del estado de las herramientas y equipos de trabajo.
- Organización de las herramientas y equipos de trabajo.
- Acondicionamiento adecuado del entorno de trabajo.
- Establecimiento de una agenda y distribución de horarios para que los alumnos de las carreras de Tecnología en Obras Civiles, Ingeniería Civil e Ingeniería en Minas puedan hacer uso del laboratorio de suelos.
- Control riguroso del uso apropiado de los implementos de seguridad por parte de los alumnos durante la realización de cada ensayo de laboratorio.
- Registro de asistencia de los alumnos durante la ejecución de los ensayos.
- Organización y recopilación de las herramientas y equipos de trabajo necesarios para la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes a las materias de Materiales de Construcción, Geología, Geotecnia I, II, III, Introducción a los Pavimentos y Pavimentos.

Se ha destinado un salón en el laboratorio de suelos exclusivamente para el uso de los estudiantes, el cual se entrega en condiciones óptimas. Para solicitar la entrega de herramientas y equipos de trabajo necesarios para cada ensayo, se requiere que cada grupo presente el carné de un

estudiante para su identificación y llevar a cabo un control adecuado de los elementos prestados. Asimismo, los estudiantes son responsables de cualquier daño ocasionado a dichos elementos.

Al finalizar cada ensayo, tanto las herramientas como los equipos que fueron proporcionados a los alumnos en óptimas condiciones deben ser devueltos en el mismo estado en que se entregaron, al igual que el salón asignado. Esto se lleva a cabo con el objetivo de evitar cualquier discrepancia o conflicto con los estudiantes.

Además, se mantiene un registro detallado con los nombres de los estudiantes presentes durante la realización de cada ensayo, incluyendo su nombre, código, fecha, materia y profesor asignado. En caso de que algún profesor solicite esta lista, se le proporciona de manera oportuna.

#### ***4.1.2 Asistencia Académica A Los Profesores Que Efectúan Sus Clases Y Practicas En El Laboratorio De Suelos Civiles***

Brindar asistencia como auxiliar en una clase sobre los ensayos a realizar es una experiencia enriquecedora que permite al estudiante de tecnología en obras civiles aprender sobre los métodos y procedimientos adecuados para realizar pruebas en el concreto. Como auxiliar, se tiene la responsabilidad de apoyar al profesor en la preparación del laboratorio, en la realización de los ensayos y en la interpretación de los resultados. Esto implica estar atento a los detalles y colaborar con los estudiantes para asegurar que el proceso se realice correctamente. La experiencia de brindar asistencia en una clase de ensayos al concreto permite adquirir conocimientos técnicos y habilidades interpersonales que pueden ser de gran utilidad en el campo de la ingeniería civil.

Los ensayos al concreto son el primer paso para garantizar la durabilidad y calidad de las construcciones. Es importante conocer los elementos descriptivos del ensayo para caracterizarlo y motivar el interés y la reflexión en los estudiantes. En la corriente constructivista, el sujeto adquiere el conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, por lo que es importante tener en cuenta las expectativas y necesidades de los estudiantes. En el diplomado se

organizó charlas técnicas con expertos en el tema para profundizar en los ensayos en concreto fresco y otros aspectos relevantes. En resumen, brinde asistencia como auxiliar en una clase sobre los ensayos a realizar al concreto es una tarea importante para garantizar la calidad y durabilidad de las construcciones, y se puede lograr a través de la reflexión, la motivación y la organización de charlas técnicas con expertos en el tema.



*Ilustración 1. asistencia como pasante en las diferentes clases*

## **4.2 Ensayos Realizados En El Laboratorio De Suelos Civiles**

### ***4.2.1 Determinación En El Laboratorio Del Contenido De Agua (Humedad) De Muestras De Suelo, Roca Y Mezclas De Suelo -Agregado. (Norma INV E – 122 – 13)***

Resumen del ensayo:

El ensayo descrito en la norma INV E-122-07 tiene como objetivo determinar el contenido de agua en muestras de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado en laboratorio. Este contenido de agua se expresa como un porcentaje de la masa de agua presente en relación a la masa seca de la muestra.

El procedimiento del ensayo se realiza utilizando un horno de secado controlado termostáticamente a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se toman recipientes que contienen la muestra húmeda, los cuales deben tener una cantidad mínima de 20 gramos a 40 gramos o 2/3

partes del recipiente. Estos recipientes se pesan y se colocan en el horno de secado durante aproximadamente 24 horas, tiempo en el que se espera que la muestra alcance un peso constante.

#### Descripción del Equipo:

Horno: Controlado termostáticamente, preferiblemente de tiro forzado, y que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) en toda la cama de secado.

Balanzas: Con una legibilidad de 0.01 g para muestras que tengan una masa de 200 g o menos; y una legibilidad de 0.1 g para muestras que tengan una masa mayor de 200 g. En cualquier caso, la balanza utilizada deberá ser controlada por el número necesario de dígitos significativos.

Recipientes para las muestras: recipientes adecuados, hechos de un material resistente a la corrosión y a cambios en su masa al ser sometidos calentamientos y enfriamientos repetidos, a la exposición a materiales de pH variado y a operaciones de limpieza.



*Ilustración 2. Equipos utilizados en el ensayo de INV E – 122 – 13*

#### Procedimiento:

Llevar la muestra al laboratorio inmediatamente, después de abrir el apique. Pesar los frascos vacíos.

Pesar los frascos con el material.

Llevar los frascos al horno a una temperatura de  $110^\circ \text{C}$ .

Dejarlos en el horno por 24 horas.

Pasadas las 24 horas, se sacan del horno y se pesan las muestras.

Se calcula el contenido de humedad de acuerdo a la ecuación

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$



*Ilustración 3. Realización del ensayo de INV E – 122 – 13*

Cálculos:

Se calcula el contenido de agua del material con la fórmula:

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Dónde: w: Contenido de agua,

%;

W<sub>1</sub>: Masa del recipiente con el espécimen húmedo, g; W<sub>2</sub>:

Masa del recipiente con el espécimen seco, g; W<sub>c</sub>: Masa

del recipiente, g;

W<sub>w</sub>: Masa del agua, g;

W<sub>s</sub>: Masa de las partículas sólidas, g.

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

$$W^1 = \frac{6.20}{195.50 - 75.50} * 100 = 5.17\%$$

$$W^2 = \frac{10.50}{225.50 - 89.30} * 100 = 7.71\%$$

$$W^3 = \frac{4.20}{188.00 - 75.35} * 100 = 4.20\%$$

$$W = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3} = \frac{5.17 + 7.71 + 4.20}{3}$$

W=5.53%

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																												
	FACULTAD DE INGENIERIA																												
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUELOS																												
HUMEDAD NATURAL																													
LOCALIZACION	XXXXXXXXXX-XXXXX-XXXX																												
DESCRIPCION	SUB-BASE																												
SECTOR	XXXXXX																												
PROFUNDIDAD	0																												
<table border="1"> <tr> <td>No recipiente</td> <td>411</td> <td>P22</td> <td>3-2,8</td> </tr> <tr> <td>Whumedo+Wrecipiente</td> <td>201,70</td> <td>236,00</td> <td>192,20</td> </tr> <tr> <td>Wseco+Wrecipiente</td> <td>195,50</td> <td>225,50</td> <td>188,00</td> </tr> <tr> <td>Wrecipiente</td> <td>75,50</td> <td>89,30</td> <td>75,35</td> </tr> <tr> <td>Peso agua</td> <td>6,20</td> <td>10,50</td> <td>4,20</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>5,17</td> <td>7,71</td> <td>3,73</td> </tr> <tr> <td>Humedad Promedio(%)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">5,53</td> </tr> </table>		No recipiente	411	P22	3-2,8	Whumedo+Wrecipiente	201,70	236,00	192,20	Wseco+Wrecipiente	195,50	225,50	188,00	Wrecipiente	75,50	89,30	75,35	Peso agua	6,20	10,50	4,20	Humedad (%)	5,17	7,71	3,73	Humedad Promedio(%)	5,53		
No recipiente	411	P22	3-2,8																										
Whumedo+Wrecipiente	201,70	236,00	192,20																										
Wseco+Wrecipiente	195,50	225,50	188,00																										
Wrecipiente	75,50	89,30	75,35																										
Peso agua	6,20	10,50	4,20																										
Humedad (%)	5,17	7,71	3,73																										
Humedad Promedio(%)	5,53																												
OBSERVACIONES: El material para realizar el ensayo se obtuvo del material disponible en el laboratorio de suelos civiles de la universidad francisco de paula																													

Tabla 1. Resultados obtenidos del ensayo INVE – 122 – 13

#### 4.2.2 Determinación De La Cantidad De Material Fino Que Pasa El Tamiz De 75 Micras En Los Agregados Pétreos Mediante Lavado. (Norma INVE - 214 - 13)

Resumen del ensayo:

Esta norma describe el procedimiento para determinar la cantidad de material que atraviesa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) en un agregado. Durante el ensayo, se separan mediante lavado las partículas, como limo, arcilla, polvo de los agregados y materiales solubles en agua, que pasan a

través del tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) en la superficie del agregado. Se presentan dos procedimientos: uno que utiliza únicamente agua en el lavado y otro que emplea un agente humectante para facilitar la separación del material más fino que 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) del material grueso. A menos que se especifique lo contrario, se debe utilizar el procedimiento A (solo agua).

Se toma una muestra del agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma INV E-201.

La muestra se mezcla completamente y luego se reduce mediante cuarteo hasta obtener un tamaño adecuado, según el tamaño máximo del material. Si la muestra se va a someter a tamizado en seco, la masa mínima de muestra para el ensayo será la indicada en las secciones correspondientes de la norma INV E-213. De lo contrario, la masa de la muestra, después de secarla, no será inferior a la que se indica en la siguiente lista:

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	MASA MÍNIMA (g)
4.75 mm (No. 4) o menor	300
Mayor de 4.75 mm (No. 4), hasta 9.5 mm (3/8")	1000
Mayor de 9.5 mm (3/8"), hasta 19.0 mm (3/4")	2500
Mayor de 19.0 mm (3/4")	5000

*Tabla 2. Cantidades de masa mínima según el tamaño. fuente: invias*

La muestra para el ensayo será el resultado final de la operación de reducción; por lo tanto, no se intentará conseguir una masa exacta y predeterminada de la muestra. Descripción Del Equipo:

- Balanza: Una balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- Horno termostáticamente controlado, capaz de mantener temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) para secar las muestras.
- Tamiz No. 200. El tamiz se utiliza para hacer el lavado de la muestra.
- Tazas. Para retener la muestra que queda en el tamiz.



*Ilustración 4. Equipos utilizados en el ensayo INV E - 214 - 13.*

Procedimiento:

La muestra debe ser lavada manipulándola ligeramente a mano para facilitar el proceso de lavado, hasta que el agua que pase por el tamiz No. 200 sea clara. Cuando el lavado se haya completado, se toma toda la muestra y se pone a secar en el horno, luego se pesa la muestra seca.

- Cuarteo y recolección de la muestra.
- Lavado y tamizado del agregado.
- Vaciado y pesaje de la muestra recogida por el tamiz N° 200.
- Llevada de la muestra al horno.
- Peso de la muestra seca.



*Ilustración 5. Realización del ensayo INV E - 214 - 13*

Cálculos:

Se calcula la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 $\mu$ m (No. 200), porlavado, de la siguiente forma:

Donde:

A: Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu$ m (No. 200), obtenido porlavado;

B: Masa original de la muestra seca, g;

C: Masa de la muestra seca después de lavada, g.

% que pasa:

$$\% \text{ que pasa} = \frac{10000 - 8113.5}{10000} * 100 = 18.865 \%$$

% retenido:

$$\% \text{ retenido} = 100\% - 18.865\% = 81.135\%$$

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																
	FACULTAD DE INGENIERIA																
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUELOS																
DETERMINACIÓN (No. 20) DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ DE 75 $\mu\text{m}$ <sup>0</sup> ) EN LOS GREGADOS PÉTREOS MEDIANTE LAVADO																	
LOCALIZACION	XXXXXXXX-XXXX-XXXX																
DESCRIPCION	SUB-BASE																
SECTOR	XXXXXX																
PROFUNDIDAD	0																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>PESO INICIAL DE LA MUESTRA</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td>105,7</td> </tr> <tr> <td>PESO HUMEDO+RECIPIENTE</td> <td>10534,9</td> </tr> <tr> <td>PESO HUMEDO</td> <td>10429,2</td> </tr> <tr> <td>PESO SECO+RECIPIENTE</td> <td>8219,2</td> </tr> <tr> <td>PESO SECO</td> <td>8113,5</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE QUE PASA</td> <td>18,865</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE RETENIDO</td> <td>81,135</td> </tr> </table>		PESO INICIAL DE LA MUESTRA	10000	PESO RECIPIENTE	105,7	PESO HUMEDO+RECIPIENTE	10534,9	PESO HUMEDO	10429,2	PESO SECO+RECIPIENTE	8219,2	PESO SECO	8113,5	PORCENTAJE QUE PASA	18,865	PORCENTAJE RETENIDO	81,135
PESO INICIAL DE LA MUESTRA	10000																
PESO RECIPIENTE	105,7																
PESO HUMEDO+RECIPIENTE	10534,9																
PESO HUMEDO	10429,2																
PESO SECO+RECIPIENTE	8219,2																
PESO SECO	8113,5																
PORCENTAJE QUE PASA	18,865																
PORCENTAJE RETENIDO	81,135																
OBSERVACIONES: El material para realizar el ensayo se obtuvo del material disponible en el laboratorio de suelos civiles de la universidad francisco de paula																	

*Tabla 3. Resultados obtenidos del ensayo INVE - 214 - 13*

#### **4.2.3 Análisis Granulométrico De Los Agregados Grueso Y Fino. (Norma INVE – 213 – 13)**

Resumen del ensayo:

Este método de ensayo tiene como objetivo determinar de manera cuantitativa la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados gruesos y finos de un material, utilizando el proceso de tamizado.

Este método se utiliza principalmente para determinar la granulometría de los materiales propuestos como agregados, o que están siendo utilizados como tales. Los resultados se emplean para verificar el cumplimiento de las especificaciones en cuanto a la distribución de partículas, y

proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados y las mezclas que los contienen. Además, estos datos pueden ser útiles para el estudio de relaciones relacionadas con la porosidad y el empaquetamiento entre partículas.

Es importante mencionar que mediante este ensayo no se puede obtener una determinación precisa del material que pasa a través del tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200). Para ello, se debe utilizar el método de ensayo indicado en la norma INV E-214.

Las muestras para el ensayo deben ser obtenidas de acuerdo con lo establecido en la norma INV E-201. El tamaño de la muestra debe ser el especificado en dicha norma, o en su defecto, cuatro veces la cantidad requerida según los siguientes criterios:

- Agregado fino: Después de ser secada, la muestra de agregado fino para el análisis granulométrico debe tener una masa mínima de 300 g.
- Agregado grueso: La masa mínima de la muestra de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de ser secada, depende del tamaño máximo nominal del agregado.

Descripción del equipo:

- Balanzas: La legibilidad y la exactitud de las balanzas empeladas para la determinación de la granulometría de los agregados grueso y fino, son las siguientes: Para el agregado fino, la aproximación de lectura y la exactitud deben ser 0.1 g o 0.1 % de la masa de ensayo, la que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso. Para el agregado grueso o las mezclas de agregados grueso y fino, la aproximación de lectura y la exactitud deben ser 0.5 g o 0.1 % de la carga de ensayo, la que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Tamices: Se debe disponer de la serie adecuada de tamices de ensayo para obtener la información deseada, de acuerdo con la especificación para el material que se ensaya. Los marcos de los tamices se deberán acoplar de forma que se evite cualquier pérdida de material durante el proceso de tamizado.

- Horno: De tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ).

Procedimiento:

- Primero se debe cuartear el material, ósea que se extiende a lo largo de una bandeja o superficie lisa para después dividir el material en 4 capas iguales y se procede a tomar  $\frac{1}{4}$  de la muestra, se pesa lo que se tomó en la balanza.
- Con la muestra obtenida se procede hacer el lavado de la muestra en el tamiz 200 para el retiro de todos los limos y arcillas del suelo, se realiza el lavado hasta que el agua salga totalmente transparente.
- Después de realizar el lavado del material se procede a dejarlo secar en el horno.
- Una vez la muestra seca se pasa por los tamices estipulado por la norma técnica. 4, 10, 20, 40, 100, 200.
- Se pesa el material retenido en cada tamiz, esto nos permite obtener el porcentaje de retención.
- Se procede a realizar la curva granulométrica.



*Ilustración 6. Realización Del Ensayo INV E – 213 – 13*

Cálculos:

Peso retenido: Es igual al peso de la muestra menos el peso de la taza.

% retenido:

$$\% \text{ retenido} = \frac{10000 - 1772.30}{10000} * 100 = 17.72\%$$

% retenido acumulado: Es la suma del porcentaje del tamiz anterior más el porcentaje del mismo.

$$\% \text{ retenido acumulado} = 17.72\% + 9.65\% = 27.38 \%$$

% que pasa: Es el 100% - el % retenido acumulado.

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - 17.72\% = 82.28\%$$

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																																																																												
	FACULTAD DE INGENIERIA																																																																												
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO																																																																												
ANALISIS GRAN LOMETRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO. (NORMA INV E - 213 - 3)																																																																													
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX																																																																												
DESCRIPCION	SUB-BASE																																																																												
SECTOR	XXXX																																																																												
PROFUNDIDAD	XXX																																																																												
PESO INICIAL	10000	PESO LAVADO	81416,1																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ABERTURA</th> <th>PESO RETENIDO</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% RETENIDO ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2"</td> <td>50</td> <td>172,3</td> <td>1,72</td> <td>1,72</td> <td>98,28</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>40</td> <td>199,30</td> <td>1,99</td> <td>3,72</td> <td>96,28</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25</td> <td>337,30</td> <td>3,37</td> <td>7,09</td> <td>92,91</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>20</td> <td>900,00</td> <td>9,00</td> <td>16,09</td> <td>83,91</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>12,5</td> <td>332,00</td> <td>3,32</td> <td>19,41</td> <td>80,59</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>829,00</td> <td>8,29</td> <td>27,70</td> <td>72,30</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2</td> <td>1312,00</td> <td>13,12</td> <td>40,82</td> <td>59,18</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0,42</td> <td>2737,30</td> <td>27,37</td> <td>68,19</td> <td>31,81</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,08</td> <td>1294,30</td> <td>12,94</td> <td>81,14</td> <td>18,87</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td></td> <td>1886,50</td> <td>18,87</td> <td>100,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>10000,00</td> <td>100,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	2"	50	172,3	1,72	1,72	98,28	1 1/2"	40	199,30	1,99	3,72	96,28	1"	25	337,30	3,37	7,09	92,91	1/2"	20	900,00	9,00	16,09	83,91	3/8"	12,5	332,00	3,32	19,41	80,59	4	5	829,00	8,29	27,70	72,30	10	2	1312,00	13,12	40,82	59,18	40	0,42	2737,30	27,37	68,19	31,81	200	0,08	1294,30	12,94	81,14	18,87	FONDO		1886,50	18,87	100,00	0,00	TOTAL		10000,00	100,00		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																								
2"	50	172,3	1,72	1,72	98,28																																																																								
1 1/2"	40	199,30	1,99	3,72	96,28																																																																								
1"	25	337,30	3,37	7,09	92,91																																																																								
1/2"	20	900,00	9,00	16,09	83,91																																																																								
3/8"	12,5	332,00	3,32	19,41	80,59																																																																								
4	5	829,00	8,29	27,70	72,30																																																																								
10	2	1312,00	13,12	40,82	59,18																																																																								
40	0,42	2737,30	27,37	68,19	31,81																																																																								
200	0,08	1294,30	12,94	81,14	18,87																																																																								
FONDO		1886,50	18,87	100,00	0,00																																																																								
TOTAL		10000,00	100,00																																																																										

Tabla 4. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 213 – 13

#### **4.2.4 Determinación Del Límite Líquido De Los Suelos. (Norma INV E – 125 – 13)**

Resumen del ensayo:

La determinación del límite líquido de los suelos es una prueba utilizada para medir la plasticidad de un suelo, es decir, su capacidad para cambiar de forma sin romperse. El límite líquido es el contenido de humedad en el que un suelo cambia de un estado plástico a un estado líquido.

La norma INV E-125-13 establece el procedimiento para realizar la determinación del límite líquido de los suelos. El procedimiento implica tomar una muestra de suelo para ser tamizada en el tamiz (No 40) y mezclarla con agua para formar una pasta. Se coloca esta pasta en una cazuela de bronce que se divide en dos partes con un ranurador. Los golpes se dan en intervalos regulares y se registra el número de golpes necesarios para cerrar una ranura estándar en la muestra.

Se repite este proceso para varias muestras de suelo con diferentes contenidos de humedad, y se construye una curva de humedad. El límite líquido se define como el contenido de humedad correspondiente al punto en la curva de penetración donde se cierra la ranura estándar con 25 golpes.

No se recomienda que el método de un solo punto sea utilizado por operadores inexpertos, debido a requiere que el operador tenga la experiencia suficiente para saber que una muestra de ensayo se encuentra, aproximadamente, en su límite líquido.

La determinación del límite líquido de los suelos según la norma INV E-125-13 es importante en la ingeniería civil y la construcción, ya que se utiliza para evaluar la calidad del suelo y determinar su capacidad para soportar cargas. También se utiliza para clasificar los suelos en función de su plasticidad y para determinar la cantidad de agua necesaria para mezclas de sueloagregado específicas.

Procedimiento:

- Secar al aire libre una cantidad de material suficiente.
- Se debe disgregar el material y sacar una muestra representativa del material que pasa a través del tamiz No. 40, alrededor de 250 g.
- En un recipiente se coloca la muestra y se añade agua y mezclar hasta obtener un color uniforme.
- Se añade la mezcla a la cazuela de Casagrande (se debe utilizar una espátula) y se pasa la paleta.
- Se añade agua hasta que se estime cuantos golpes serán necesarios para cerrar la ranura.
- Se sigue este procedimiento hasta que la ranura se cierre entre 30 a 40 golpes, de 25 a 30, de 20 a 25 y de 10 a 20 golpes.
- En cada muestra según los golpes se añade la mitad de la muestra en un recipiente, esto es para determinar el contenido de humedad de la muestra.
- Las muestras se llevan al horno por 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se sacan del horno y se pesan para determinar la humedad.



*Ilustración 7. Realización del ensayo INV E – 125 – 13*

Descripción del equipo:

- Espátula: Una espátula de hoja flexible de 75mm a 100 mm (3" a 4") de longitud y 20mm (3/4") de ancho, aproximadamente.
- Cazuela de Casagrande: Es un aparato consistente en una cazuela de bronce con sus aditamentos.
- Ranurador: Un ranurador curvo (trapezoidal), conforme con las dimensiones exactas.
- Balanza: Una balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- 2.8 Horno
- Horno termostáticamente controlado, capaz de mantener temperaturas de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) para secar las muestras.
- Atomizador.
- Recipientes para las muestras: recipientes adecuados, hechos de un material resistente a la corrosión y a cambios en su masa al ser sometidos calentamientos y enfriamientos repetidos, a la exposición a materiales de pH variado y a operaciones de limpieza. Los recipientes y sus tapas deberán tener identificaciones numéricas que los individualicen completamente; además, los números en las tapas deberán coincidir con los de sus recipientes, con el fin de evitar confusiones.



*Ilustración 8. Equipos utilizados en el ensayo INV E – 125 – 13*

#### **4.2.5 Límite Plástico E Índice De Plasticidad De Los Suelos. (Norma INV E – 126 – 13)**

Resumen del ensayo:

El ensayo de Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos es una prueba de laboratorio utilizada para determinar las propiedades plásticas de un suelo. El objetivo de esta prueba es determinar el Límite Plástico (LP) y el Índice de Plasticidad (IP) del suelo.

El LP es el contenido de humedad crítico por debajo del cual el suelo se comporta como un sólido, y por encima del cual se comporta como un líquido. Se define como el contenido de humedad en el cual una ranura de un tamaño y forma estandarizados cerrará por un intervalo de 13 mm con 25 golpes de una herramienta estandarizada (cuchara de metal). El límite de plástico se determina mediante la prueba de la curva de flujo del suelo, que implica la colocación de una muestra de suelo en una placa de vidrio para formar rollos con la masa de suelo, siguiendo alguno de los dos procedimientos que se mencionan a continuación.

Se hace rodar la masa de suelo entre la palma de la mano o los dedos y la placa de vidrio, con la presión estrictamente necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud. El rollo se debe adelgazar más con cada rotación, hasta que su diámetro alcance 3.2 mm (1/8"), tomándose para ello no más de dos minutos.

Se recogen las porciones de suelo desmoronado y se colocan en un recipiente adecuado de masa conocida. Si el recipiente con el suelo no se pesa en ese momento, se deberá tapan inmediatamente

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, es decir, la cantidad de agua que un suelo puede perder y aún mantener su plasticidad. Este valor se utiliza para clasificar los suelos en diferentes categorías según su comportamiento plástico.

El índice de plasticidad también da una buena indicación de la **compresibilidad** Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

#### ***4.2.6 Resistencia A La Degradación De Los Agregados De Tamaños Menores De 37.5 Mm (1½") Por Medio De La Máquina De Los Ángeles. (Norma INV E – 218 – 13)***

### Resumen del ensayo:

Este ensayo mide la degradación de un agregado pétreo con una composición granulométrica definida, como resultado de una combinación de acciones que incluyen abrasión, impacto y molienda en un tambor de acero rotatorio que contiene un número determinado de esferas metálicas, el cual depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que gira el tambor, una pestaña de acero recoge la muestra y las esferas de acero y las arrastra hasta que caen por gravedad en el extremo opuesto del tambor, creando un efecto de impacto y trituración (Figura 218 - 1). Entonces, la muestra y las esferas ruedan dentro del tambor, hasta que la pestaña las levanta y se repite el ciclo. Tras el número especificado de revoluciones, se retira el contenido del tambor y se tamiza la porción de agregado para medir la degradación, como un porcentaje de pérdida.

### Procedimiento:

#### Preparación de la muestra:

- Se selecciona una muestra representativa de los agregados a ensayar.
- La muestra se lava y se seca en un horno a una temperatura especificada en la norma hasta alcanzar un peso constante.
- Se tamiza la muestra para obtener una fracción de agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½").

#### Ensayo en la máquina de los ángeles:

- Se coloca una cantidad específica de agregados en el tambor de la máquina de los ángeles junto con un número determinado de esferas de acero.
- El tambor se cierra y se hace girar a una velocidad y tiempo predeterminados.
- Durante el ensayo, los agregados son sometidos a impactos y fricción debido al movimiento de las esferas de acero dentro del tambor.
- Después de cierto número de revoluciones, se detiene la máquina y se retiran los agregados.

Determinación de la pérdida de masa:

- Se pesan los agregados antes y después del ensayo en la máquina de los ángeles.
- La diferencia de masa se registra como la pérdida de masa causada por la degradación y desgaste de los agregados.
- La pérdida de masa se expresa como un porcentaje del peso inicial de los agregados.

Cálculos y resultados:

- Se calcula y registra la pérdida de masa como porcentaje del peso inicial de los agregados.
- Se comparan los resultados obtenidos con los límites especificados en la norma para determinar si los agregados cumplen con los requisitos de resistencia a la degradación.



*Ilustración 9. Realización del ensayo INVE – 218 – 13*

calculos:

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER										
	FACULTAD DE INGENIERIA										
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO										
Resistencia A La Degr Mm (1½") Por Medio adación De Los Agregados De Tamaños Menores De 37.5 De La Máquina De Los Ángeles. (Norma INV E – 218 – 13).											
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX										
DESCRIPCION	SUB-BASE										
SECTOR	XXXX										
PROFUNDIDAD	XXX										
<table border="1"> <tr> <td>PESO INICIAL DE LA MUESTRA</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>PESO RETENIDO A LAS 500 VUELTAS</td> <td>4086,1</td> </tr> <tr> <td>PESO QUE PASA A LAS 500 VUELTAS</td> <td>913,9</td> </tr> <tr> <td>PORCENTAJE A LAS 500 VUELTAS</td> <td>18,27</td> </tr> <tr> <td>% DE DESGASTE</td> <td>18,27</td> </tr> </table>		PESO INICIAL DE LA MUESTRA	5000	PESO RETENIDO A LAS 500 VUELTAS	4086,1	PESO QUE PASA A LAS 500 VUELTAS	913,9	PORCENTAJE A LAS 500 VUELTAS	18,27	% DE DESGASTE	18,27
PESO INICIAL DE LA MUESTRA	5000										
PESO RETENIDO A LAS 500 VUELTAS	4086,1										
PESO QUE PASA A LAS 500 VUELTAS	913,9										
PORCENTAJE A LAS 500 VUELTAS	18,27										
% DE DESGASTE	18,27										

*Tabla 5. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 218 – 13*

El resultado del ensayo es la diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra ensayada, expresada como tanto por ciento de la masa original

Dónde:

P1: Masa de la muestra seca antes del ensayo, g;

P2: Masa de la muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70 mm

(No. 12), g.

% a las 500 vueltas:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{5000 - 4086.1}{5000} * 100 = 18.278 \%$$

**4.2.7 Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación). (Norma INV E – 142 – 13)**

resumen del ensayo:

El ensayo de relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos, también conocido como ensayo Proctor Modificado, se utiliza para determinar la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo de un suelo. Este ensayo es importante en la construcción de carreteras, presas, cimientos y otras estructuras de ingeniería:

El procedimiento consiste en compactar una muestra de suelo en un molde cilíndrico en capas utilizando un pisón de masa y dimensiones especificadas en la norma INV E-142-13. Se mide el peso de la muestra y se determina la humedad de la misma. Luego, se compacta una serie de muestras a diferentes humedades y se mide su peso y volumen. Se traza una curva de humedadpeso/volumen, a partir de la cual se determinan el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima seca del suelo.

Este ensayo es útil para la determinación de las características mecánicas del suelo, que a su vez son importantes para el diseño de estructuras y carreteras. La densidad máxima seca se utiliza para calcular la cantidad de material necesario para una capa determinada y la humedad óptima se utiliza para determinar la cantidad de agua que se debe agregar o quitar del suelo para obtener la densidad máxima seca.

**Descripción del equipo**

- **Moldes:** Los moldes deberán ser cilíndricos, de paredes sólidas, fabricados con metal y con las dimensiones y capacidades mostradas más adelante.
- **Martillo De operación manual:** Un martillo metálico con una masa de  $2.495 \pm 0.009$  kg

( $5.5 \pm 0.02$  lb), que tenga una cara plana circular de diámetro de  $50.80 \pm 0.25$  mm ( $2.000 \pm 0.01$ ").

El diámetro real de servicio no podrá ser menor de 50.42 mm (1.985") El martillo deberá estar provisto de una guía apropiada que controle la altura de la caída del golpe desde una altura libre de  $305.2 \pm 2$ mm ( $12.00 \pm 0.06$ " ) por encima de la altura del suelo.

La guía deberá tener al menos 4 agujeros de ventilación, de diámetro no menor de 9.5 mm ( $3/8$ ").

- Balanzas: Una de 20 kg de capacidad y 5 g de sensibilidad, cuando se usan para pesar moldes de 152.4 mm (6") con suelos húmedos compactados; cuando se usa el molde de 101.6 mm (4"), puede emplearse una balanza de menor capacidad si la sensibilidad y aproximación es de 5 g. También se requiere otra balanza de 1kg de capacidad con sensibilidad de 0.1g.
- Horno: Termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 + 9$ °F) para el secado de las muestras.
- Regla metálica: De acero endurecido, de borde recto, al menos de 250 mm (10") de largo. Deberá tener un borde biselado y al menos una cara plana en sentido longitudinal (usada para el corte final del suelo).
- Tamices: De 50, 19.0 y 4.75 mm (2",  $3/4$ " y No.4).



*Ilustración 10. Equipos utilizados en el ensayo INV E – 142 – 13*

Procedimiento:

El procedimiento del ensayo de relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos, también conocido como ensayo modificado de compactación, se realiza siguiendo el estándar INVE - 142 - 13. Este ensayo tiene como objetivo determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado en el laboratorio, lo cual es fundamental para evaluar su densidad y compactación.

- Preparación de la muestra: Se selecciona una muestra representativa del suelo a ensayar. La muestra se pasa por un tamiz de tamaño máximo especificado en la norma, generalmente de 19 mm. Se retira cualquier material orgánico o partículas gruesas que puedan afectar los resultados.
- Determinación de la humedad óptima: Se toman varias muestras de la muestra preparada en diferentes recipientes de peso conocido. Cada recipiente con la muestra se pesa y se registra el peso. Los recipientes se colocan en un horno a una temperatura especificada en la norma y se secan hasta obtener un peso constante. Se registra el peso final de cada recipiente y se calcula la humedad de cada muestra.
- Ensayo de compactación: Se selecciona una muestra de suelo con una humedad cercana a la humedad óptima. Se coloca la muestra en un molde cilíndrico de volumen conocido, compactándola en capas uniformes. Cada capa se compacta utilizando un pisón o martillo de masa y altura específica, aplicando un número determinado de golpes. Se determina el peso de la muestra compactada y se calcula el peso unitario seco.
- Repetición del ensayo: Se repite el ensayo de compactación para diferentes humedades de la muestra, siguiendo los pasos 3.1 al 3.3. Se obtienen varios valores de peso unitario seco para diferentes humedades.

- Construcción de la curva de compactación: Se trazan los puntos de humedad versus peso unitario seco en un gráfico. Se conectan los puntos para obtener una curva de compactación. A partir de esta curva, se determinan los valores de humedad y peso unitario seco óptimos.
- Cálculos y resultados: Se calcula la humedad óptima y el peso unitario seco máximo utilizando la curva de compactación. Se reportan los valores obtenidos, junto con la descripción de la muestra y las condiciones del ensayo.



*Ilustración 11. Realización del ensayo INV E – 142 – 13*

Calculo:

Agua adicional

Humedad natural: 4.18%

Humedad Óptima: 6.18%

6000

$$W_s = \frac{6000}{1+0.0418} = 5567.28 \text{ gr}$$

$$\text{Agua a agregar} = (3.2-5.2) * 58000 = 110 \text{ cm}^3$$

Peso suelo húmedo = Peso molde con material – peso molde

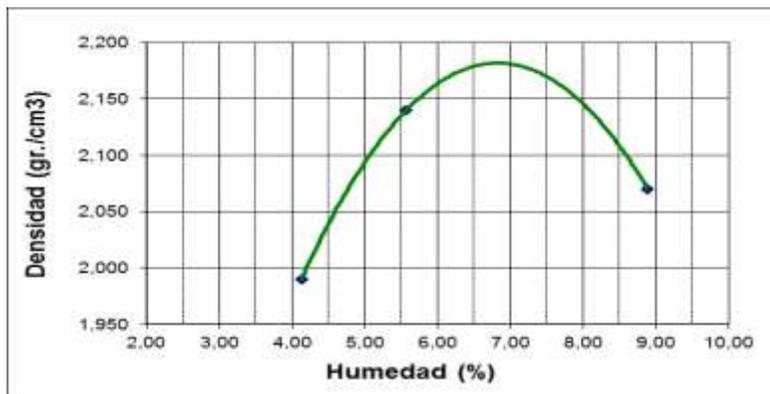
Peso seco en gramos = Peso húmedo – ((peso húmedo \* humedad) /100)

Densidad seca = Peso seco / volumen del molde

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																																																																								
	FACULTAD DE INGENIERIA																																																																								
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO																																																																								
Relaciones hum modificadoedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo de compactación). (Norma INVE – 142 – 1).																																																																									
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX																																																																								
DESCRIPCION	SUB-BASE																																																																								
SECTOR	XXXX																																																																								
PROFUNDIDAD	XXX																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prueba</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molde No.</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Cantidad agua adicionada (c.c.)</td> <td>0,00</td> <td>120</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>Peso molde+suelo húmedo (gr.)</td> <td>11745</td> <td>12145</td> <td>12145</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td>7350</td> <td>7350</td> <td>7350</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo (gr.)</td> <td>4395</td> <td>4795</td> <td>4795</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>4,13</td> <td>5,57</td> <td>8,89</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco (gr.)</td> <td>4220,68</td> <td>4541,82</td> <td>4403,35</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm3)</td> <td>2124</td> <td>2124</td> <td>2124</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (gr./cm3)</td> <td>1,99</td> <td>2,14</td> <td>2,07</td> </tr> </tbody> </table>				Prueba	1	2	3	Molde No.	2	2	2	Cantidad agua adicionada (c.c.)	0,00	120	220	Peso molde+suelo húmedo (gr.)	11745	12145	12145	Peso molde (gr.)	7350	7350	7350	Peso suelo húmedo (gr.)	4395	4795	4795	Humedad (%)	4,13	5,57	8,89	Peso suelo seco (gr.)	4220,68	4541,82	4403,35	Volumen del molde (cm3)	2124	2124	2124	Densidad seca (gr./cm3)	1,99	2,14	2,07																														
Prueba	1	2	3																																																																						
Molde No.	2	2	2																																																																						
Cantidad agua adicionada (c.c.)	0,00	120	220																																																																						
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	11745	12145	12145																																																																						
Peso molde (gr.)	7350	7350	7350																																																																						
Peso suelo húmedo (gr.)	4395	4795	4795																																																																						
Humedad (%)	4,13	5,57	8,89																																																																						
Peso suelo seco (gr.)	4220,68	4541,82	4403,35																																																																						
Volumen del molde (cm3)	2124	2124	2124																																																																						
Densidad seca (gr./cm3)	1,99	2,14	2,07																																																																						
HUMEDAD DE COMPACTACION																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prueba</th> <th colspan="3">1</th> <th colspan="3">2</th> <th colspan="3">3</th> </tr> <tr> <th>Nº Golpes = 56 - Frasco Nº</th> <th>3E2</th> <th>48</th> <th>118</th> <th>A5</th> <th>A4</th> <th>1</th> <th>D3</th> <th>2</th> <th>2A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso suelo seco + frasco</td> <td>189,76</td> <td>185,50</td> <td>197,41</td> <td>196,52</td> <td>189,46</td> <td>186,66</td> <td>180,09</td> <td>189,85</td> <td>193,79</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo + frasco</td> <td>194,69</td> <td>190,23</td> <td>202,60</td> <td>203,21</td> <td>196,34</td> <td>192,61</td> <td>190,03</td> <td>200,07</td> <td>203,89</td> </tr> <tr> <td>Peso frasco</td> <td>77,122</td> <td>73,087</td> <td>72,644</td> <td>76,897</td> <td>75,042</td> <td>70,319</td> <td>73,205</td> <td>74,76</td> <td>75,047</td> </tr> <tr> <td>Corteo de humedad</td> <td>4,19</td> <td>4,04</td> <td>4,16</td> <td>5,60</td> <td>6,01</td> <td>5,11</td> <td>9,30</td> <td>8,88</td> <td>8,50</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td colspan="3">4,13</td> <td colspan="3">5,57</td> <td colspan="3">8,89</td> </tr> </tbody> </table>				Prueba	1			2			3			Nº Golpes = 56 - Frasco Nº	3E2	48	118	A5	A4	1	D3	2	2A	Peso suelo seco + frasco	189,76	185,50	197,41	196,52	189,46	186,66	180,09	189,85	193,79	Peso suelo húmedo + frasco	194,69	190,23	202,60	203,21	196,34	192,61	190,03	200,07	203,89	Peso frasco	77,122	73,087	72,644	76,897	75,042	70,319	73,205	74,76	75,047	Corteo de humedad	4,19	4,04	4,16	5,60	6,01	5,11	9,30	8,88	8,50	Promedio	4,13			5,57			8,89		
Prueba	1			2			3																																																																		
Nº Golpes = 56 - Frasco Nº	3E2	48	118	A5	A4	1	D3	2	2A																																																																
Peso suelo seco + frasco	189,76	185,50	197,41	196,52	189,46	186,66	180,09	189,85	193,79																																																																
Peso suelo húmedo + frasco	194,69	190,23	202,60	203,21	196,34	192,61	190,03	200,07	203,89																																																																
Peso frasco	77,122	73,087	72,644	76,897	75,042	70,319	73,205	74,76	75,047																																																																
Corteo de humedad	4,19	4,04	4,16	5,60	6,01	5,11	9,30	8,88	8,50																																																																
Promedio	4,13			5,57			8,89																																																																		

Tabla 6. Resultados obtenidos del ensayo INVE – 142 – 13

Humedad	Densidad
4,13	1,990
5,57	2,140
8,89	2,070



*Ilustración 12. Gráfico obtenido del ensayo INVE – 142 – 13*

Densidad seca = **2.185 gr/cm<sup>3</sup>**

Humedad optima = **6.62%**

#### ***4.2.8 CBR De Suelos Compactados En El Laboratorio Y Sobre Muestra Inalterada. (Norma INVE – 148 – 13)***

Resumen del ensayo:

El ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada se refiere a una prueba de ingeniería que se utiliza para evaluar la resistencia de un suelo a la penetración y deformación bajo cargas estáticas. El ensayo se realiza según la norma INVE-148-13.

El ensayo de CBR se realiza en dos etapas: en primer lugar, se compacta el suelo en un molde cilíndrico a una densidad y contenido de humedad especificados. A continuación, se realiza la prueba de penetración mediante la aplicación de una carga en el centro de una muestra cilíndrica del suelo, a través de un pistón con un diámetro especificado. La carga se aplica a una velocidad constante y se mide la profundidad de penetración del pistón a intervalos de carga especificados.

Para aplicaciones en las cuales el efecto del contenido de agua de compactación sobre el CBR se desconoce, o en las cuales se desea tener en cuenta su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, usualmente el permitido para compactación en el campo, empleando las especificaciones existentes para tal fin.

Procedimiento:

Preparación de la muestra:

- Para suelos compactados en el laboratorio: se compacta una muestra representativa del suelo siguiendo un método de compactación específico, como el Proctor Modificado.
- Para muestras inalteradas: se obtiene una muestra intacta del suelo mediante métodos de extracción como el muestreo con cilindro de extracción.

Preparación del equipo:

- Calibrar y verificar el equipo utilizado, como la prensa CBR y el penetrómetro.

Preparación de la muestra de ensayo:

- Para suelos compactados en el laboratorio: se recortan cilindros de la muestra compactada en el laboratorio, generalmente con un diámetro de 150 mm y una altura de 127 mm.
- Para muestras inalteradas: se preparan cilindros de la muestra intacta utilizando un molde adecuado.

Ensayo de CBR:

- Colocar el cilindro de muestra en la prensa CBR.
- Aplicar una carga vertical al cilindro a una velocidad constante.
- Registrar la carga y la penetración del penetrómetro a intervalos específicos.
- Continuar aplicando la carga hasta que se alcance una penetración de 2.54 mm o se cumpla un criterio de corte predefinido.

Cálculos:

Agua adicional

Humedad Óptima: 6.62%

Agua a agregar = 6.62% \* 5800 = 390 cm<sup>3</sup>

Peso suelo húmedo = Peso molde con material – peso molde

Peso seco en gramos =  $\text{Peso húmedo} - ((\text{peso húmedo} * \text{humedad}) / 100)$

Peso seco en libras =  $\text{Peso seco} / 453.59$

Densidad seca =  $\text{Peso seco en libras} / \text{volumen del molde en pie}^3$

Expansión total en pul =  $((\text{lectura inicial} - \text{lectura final}) / 3) / 10$

Expansión total en % =  $((\text{lectura inicial} - \text{lectura final}) / 5) / 10$

C.U =  $(\text{Carga} / \text{área del pistón}) * \text{constante del anillo}$

C.B.R 0.1" =  $(\text{C.U DE } 0.100 * 100) / 1000$

C.B.R 0.2" =  $(\text{C.U DE } 0.200 * 100) / 1500$

C.B.R = Máximo entre el C.B.R 0.1" y C.B.R 0.2"

## Moldes compactados

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																																																																																																																																
	FACULTAD DE INGENIERIA																																																																																																																																
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO																																																																																																																																
CBR De Suelos In ompactados En El Laboratorio Y Sobre Muestra alterada. (Norma INV E – 48 – 13).																																																																																																																																	
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX																																																																																																																																
DESCRIPCION	SUB-BASE																																																																																																																																
SECTOR	XXXX																																																																																																																																
PROFUNDIDAD	XXX																																																																																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Número de golpes</td> <td colspan="3">56</td> <td colspan="3">26</td> <td colspan="3">12</td> </tr> <tr> <td>Molde No.</td> <td colspan="3">15</td> <td colspan="3">14</td> <td colspan="3">4</td> </tr> <tr> <td>Cantidad agua adicionada (c.c.)</td> <td colspan="3">390</td> <td colspan="3">390</td> <td colspan="3">390</td> </tr> <tr> <td>Peso molde+suelo húmedo (gr.)</td> <td colspan="3">13887</td> <td colspan="3">14157</td> <td colspan="3">13905,2</td> </tr> <tr> <td>Peso molde (gr.)</td> <td colspan="3">8918</td> <td colspan="3">9136,4</td> <td colspan="3">9164</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo (gr.)</td> <td colspan="3">4969</td> <td colspan="3">5020,6</td> <td colspan="3">4741,2</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td colspan="3">8,72</td> <td colspan="3">7,99</td> <td colspan="3">9,44</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco (gr.)</td> <td colspan="3">4535,9</td> <td colspan="3">4619,2</td> <td colspan="3">4293,5</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco (Lb.)</td> <td colspan="3">10,000</td> <td colspan="3">10,184</td> <td colspan="3">9,466</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (pie<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3">0,082</td> <td colspan="3">0,082</td> <td colspan="3">0,082</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (Lb/pie<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3">122,20</td> <td colspan="3">124,44</td> <td colspan="3">115,67</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (Lb/pie<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3">1,96</td> <td colspan="3">1,99</td> <td colspan="3">1,85</td> </tr> </table>										Número de golpes	56			26			12			Molde No.	15			14			4			Cantidad agua adicionada (c.c.)	390			390			390			Peso molde+suelo húmedo (gr.)	13887			14157			13905,2			Peso molde (gr.)	8918			9136,4			9164			Peso suelo húmedo (gr.)	4969			5020,6			4741,2			Humedad (%)	8,72			7,99			9,44			Peso suelo seco (gr.)	4535,9			4619,2			4293,5			Peso suelo seco (Lb.)	10,000			10,184			9,466			Volumen del molde (pie <sup>3</sup> )	0,082			0,082			0,082			Densidad seca (Lb/pie <sup>3</sup> )	122,20			124,44			115,67			Densidad seca (Lb/pie <sup>3</sup> )	1,96			1,99			1,85		
Número de golpes	56			26			12																																																																																																																										
Molde No.	15			14			4																																																																																																																										
Cantidad agua adicionada (c.c.)	390			390			390																																																																																																																										
Peso molde+suelo húmedo (gr.)	13887			14157			13905,2																																																																																																																										
Peso molde (gr.)	8918			9136,4			9164																																																																																																																										
Peso suelo húmedo (gr.)	4969			5020,6			4741,2																																																																																																																										
Humedad (%)	8,72			7,99			9,44																																																																																																																										
Peso suelo seco (gr.)	4535,9			4619,2			4293,5																																																																																																																										
Peso suelo seco (Lb.)	10,000			10,184			9,466																																																																																																																										
Volumen del molde (pie <sup>3</sup> )	0,082			0,082			0,082																																																																																																																										
Densidad seca (Lb/pie <sup>3</sup> )	122,20			124,44			115,67																																																																																																																										
Densidad seca (Lb/pie <sup>3</sup> )	1,96			1,99			1,85																																																																																																																										
HUMEDAD DE COMPACTACION																																																																																																																																	
MOLDE	15			14			4																																																																																																																										
Frasco N°	157	83	409	3E2	1E3	A-01	1	51	10																																																																																																																								
Peso suelo seco + frasco	201,66	189,77	197,21	187,03	173,92	191,01	176,11	182,23	183,87																																																																																																																								
Peso suelo húmedo + frasco	210,57	199,51	207,06	196,66	182,13	200,86	185,51	192,19	194,74																																																																																																																								
Peso frasco	85,043	72,06	75,14	77,12	77,15	80,38	73,17	74,07	75,03																																																																																																																								
Contenido de humedad	7,64	8,27	8,07	8,76	8,48	8,90	9,13	9,21	9,99																																																																																																																								
Promedio	7,99			8,72			9,44																																																																																																																										

Tabla 7. Resultados obtenidos del ensayo INV E – 148 – 13

lecturas:

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
--	--

	FACULTAD DE INGENIERIA																																		
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO																																		
CBR De Suelos In ompactados En El Laboratorio Y Sobre Muestra Iterada. (Norma INV E – 148 – 13).																																			
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX																																		
DESCRIPCION	SUB-BASE																																		
SECTOR	XXXX																																		
PROFUNDIDAD	XXX																																		
LECTURA																																			
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>56</td> <td>26</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>MOLDENo.</td> <td>15</td> <td>14</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>LECTURA INICIAL (PUL.)*0,001</td> <td>23</td> <td>35</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>LECTURA 2º DÍA (PUL.)*0,001</td> <td>23</td> <td>35</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>LECTURA 3º DÍA (PUL.)*0,002</td> <td>21</td> <td>36</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>LECTURA 4º DÍA (PUL.)*0,003</td> <td>21</td> <td>36</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>EXPANCIÓN TOTAL (PUL.)</td> <td>-0,07</td> <td>0,03</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>EXPANCIÓN TOTAL %</td> <td>-0,04</td> <td>0,02</td> <td>0,02</td> </tr> </table>					56	26	12	MOLDENo.	15	14	4	LECTURA INICIAL (PUL.)*0,001	23	35	23	LECTURA 2º DÍA (PUL.)*0,001	23	35	23	LECTURA 3º DÍA (PUL.)*0,002	21	36	24	LECTURA 4º DÍA (PUL.)*0,003	21	36	24	EXPANCIÓN TOTAL (PUL.)	-0,07	0,03	0,03	EXPANCIÓN TOTAL %	-0,04	0,02	0,02
	56	26	12																																
MOLDENo.	15	14	4																																
LECTURA INICIAL (PUL.)*0,001	23	35	23																																
LECTURA 2º DÍA (PUL.)*0,001	23	35	23																																
LECTURA 3º DÍA (PUL.)*0,002	21	36	24																																
LECTURA 4º DÍA (PUL.)*0,003	21	36	24																																
EXPANCIÓN TOTAL (PUL.)	-0,07	0,03	0,03																																
EXPANCIÓN TOTAL %	-0,04	0,02	0,02																																
HUMEDAD DE PENETRACION																																			

	15			14			4		
Nº Golpes = 56 - Frasco Nº	411	14	8M	AP	C5	155	36	C3	28
Peso suelo seco + frasco	173,35	169,66	193,28	180,62	168,49	201,61	180,19	202,02	193,25
Peso suelo húmedo + frasco	181,03	177,23	203,70	190,19	176,19	212,03	190,61	211,70	203,50
Peso frasco	74,687	76,169	79,457	80,88	84,512	74,687	78,96	82,23	87,5
Contenido de humedad	7,78	8,10	9,15	9,60	9,16	8,21	10,29	8,08	9,69
Promedio	8,34			8,99			9,36		

Tabla 8. Lecturas de expansión tomadas del cilindro en los 4 días

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER																																																																																																																																																																																																																									
	FACULTAD DE INGENIERIA																																																																																																																																																																																																																									
	PROYECTO ACADEMICO COMO AUXILIAR TECNICO ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUESLO																																																																																																																																																																																																																									
CBR De Suelos In ompactados En El Laboratorio Y Sobre Muestra alterada. (Norma INV E – 148 – 13).																																																																																																																																																																																																																										
LOCALIZACION	XXXX XXXX XXXX																																																																																																																																																																																																																									
DESCRIPCION	SUB-BASE																																																																																																																																																																																																																									
SECTOR	XXXX																																																																																																																																																																																																																									
PROFUNDIDAD	XXX																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">RELACION DE ESFUERZO-DEFORMACION</th> </tr> <tr> <th colspan="3">CONSTANTE DEL ANILLO:</th> <th colspan="2">0,3248</th> <th colspan="2">AREA DEL PISTON (pulg)</th> <th colspan="5">3</th> </tr> <tr> <th>MOLDE No.</th> <th>15</th> <th></th> <th>14</th> <th></th> <th>4</th> <th></th> <th>16</th> <th></th> <th>10</th> <th></th> <th>5</th> </tr> <tr> <th>PENETRACION</th> <th>CARGA</th> <th>C.U.</th> <th>CARGA</th> <th>C.U.</th> <th>CARGA</th> <th>C.U.</th> <th>CARGA</th> <th>C.U.</th> <th>CARGA</th> <th>C.U.</th> <th>CARGA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,005</td><td>4</td><td>0,4</td><td>4</td><td>0,4</td><td>3</td><td>0,3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,025</td><td>10</td><td>1,1</td><td>11</td><td>1,2</td><td>4</td><td>0,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,050</td><td>12</td><td>1,3</td><td>20</td><td>2,2</td><td>7</td><td>0,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,075</td><td>15</td><td>1,6</td><td>34</td><td>3,7</td><td>11</td><td>1,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,100</td><td>25</td><td>2,7</td><td>41</td><td>4,4</td><td>16</td><td>1,7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,150</td><td>38</td><td>4,1</td><td>75</td><td>7,9</td><td>29</td><td>3,1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,200</td><td>54</td><td>5,8</td><td>98</td><td>10,6</td><td>39</td><td>4,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,250</td><td>74</td><td>8,0</td><td>128</td><td>13,9</td><td>49</td><td>4,3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,300</td><td>96</td><td>10,4</td><td>156</td><td>16,9</td><td>49</td><td>5,3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,400</td><td>148</td><td>16,0</td><td>166</td><td>18,0</td><td>59</td><td>6,4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,500</td><td>190</td><td>20,6</td><td>198</td><td>21,4</td><td>74</td><td>8,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. 0,1"</td><td colspan="2">0,27</td><td colspan="2">0,44</td><td colspan="2">0,17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. 0,2"</td><td colspan="2">0,39</td><td colspan="2">0,71</td><td colspan="2">0,28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R.</td><td colspan="2">0,39</td><td colspan="2">0,71</td><td colspan="2">0,28</td><td>0,00</td><td></td><td>0,00</td><td></td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>			RELACION DE ESFUERZO-DEFORMACION												CONSTANTE DEL ANILLO:			0,3248		AREA DEL PISTON (pulg)		3					MOLDE No.	15		14		4		16		10		5	PENETRACION	CARGA	C.U.	CARGA	0,005	4	0,4	4	0,4	3	0,3						0,025	10	1,1	11	1,2	4	0,4						0,050	12	1,3	20	2,2	7	0,8						0,075	15	1,6	34	3,7	11	1,2						0,100	25	2,7	41	4,4	16	1,7						0,150	38	4,1	75	7,9	29	3,1						0,200	54	5,8	98	10,6	39	4,2						0,250	74	8,0	128	13,9	49	4,3						0,300	96	10,4	156	16,9	49	5,3						0,400	148	16,0	166	18,0	59	6,4						0,500	190	20,6	198	21,4	74	8,0						C.B.R. 0,1"	0,27		0,44		0,17							C.B.R. 0,2"	0,39		0,71		0,28							C.B.R.	0,39		0,71		0,28		0,00		0,00		0,00								
RELACION DE ESFUERZO-DEFORMACION																																																																																																																																																																																																																										
CONSTANTE DEL ANILLO:			0,3248		AREA DEL PISTON (pulg)		3																																																																																																																																																																																																																			
MOLDE No.	15		14		4		16		10		5																																																																																																																																																																																																															
PENETRACION	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.	CARGA	C.U.	CARGA																																																																																																																																																																																																															
0,005	4	0,4	4	0,4	3	0,3																																																																																																																																																																																																																				
0,025	10	1,1	11	1,2	4	0,4																																																																																																																																																																																																																				
0,050	12	1,3	20	2,2	7	0,8																																																																																																																																																																																																																				
0,075	15	1,6	34	3,7	11	1,2																																																																																																																																																																																																																				
0,100	25	2,7	41	4,4	16	1,7																																																																																																																																																																																																																				
0,150	38	4,1	75	7,9	29	3,1																																																																																																																																																																																																																				
0,200	54	5,8	98	10,6	39	4,2																																																																																																																																																																																																																				
0,250	74	8,0	128	13,9	49	4,3																																																																																																																																																																																																																				
0,300	96	10,4	156	16,9	49	5,3																																																																																																																																																																																																																				
0,400	148	16,0	166	18,0	59	6,4																																																																																																																																																																																																																				
0,500	190	20,6	198	21,4	74	8,0																																																																																																																																																																																																																				
C.B.R. 0,1"	0,27		0,44		0,17																																																																																																																																																																																																																					
C.B.R. 0,2"	0,39		0,71		0,28																																																																																																																																																																																																																					
C.B.R.	0,39		0,71		0,28		0,00		0,00		0,00																																																																																																																																																																																																															

Tabla 9. Resultados de la penetración de los cilindros

### 4.3 Asistencia de servicio

FECHA	ENSAYO	MATERIA	PROFESOR
22/02/2023	GRANULOMETRÍA	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
23/02/2023	GRANULOMETRÍA	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
24/02/2023	GRANULOMETRÍA	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
25/02/2023	CBR INALTERADO	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
25/02/2023	LL Y LP	GEOTECNIA 3	ING. ANDREA CACIQUE
28/02/2023	COMPACTACIÓN	PAVIMENTOS	ING. JORGE ARIAS
01/03/2023	CBR Y PDC	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
02/03/2023	COMPACTACIÓN	PAVIMENTOS	ING. JORGE ARIAS
04/03/2023	CBR Y PDC	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
06/03/2023	GRANULOMETRÍA	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
07/03/2023	GRANULOMETRÍA	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
07/03/2023	LL Y LP	GEOTECNIA 3	ING. ANDREA CACIQUE
08/03/2023	MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTACIÓN	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
08/03/2023	COMPACTACIÓN	PAVIMENTOS	ING. JORGE ARIAS
09/03/2023	COMPACTACIÓN	PAVIMENTOS	ING. JORGE ARIAS
10/03/2023	MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTACIÓN	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
11/03/2023	CBR Y PDC	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
13/03/2023	MASA UNITARIA SUELTA Y COMPACTACIÓN	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ING. RUGE RONCANCIO
13/03/2023	MEDICIÓN CBR	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
14/03/2023	LL Y LP	GEOTECNIA 3	ING. ANDREA CACIQUE
15/03/2023	HUMEDAD	GEOTECNIA	ING. ANDREA CACIQUE
16/03/2023	MEDICIÓN CBR	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ

21/03/2023	CBR, LL Y LP	INTRODUCCIÓN A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
24/03/2023	LIMITES DE ATTERBERG	GEOTECNIA I	ING. ANDREA CACIQUE
25/03/2023	PROCTOR	PAVIMENTOS	ING. JORGE ARIAS
26/03/2023	LAVADO POR EL TAMIZ 200	MATERIALES	ING. RUGE RONCANCIO
27/03/2023	CONTROL DE CALIDAD DE LA BASE	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
28/03/2023	GRANULOMETRIA	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
29/03/2023	LAVADO POR EL TAMIZ 200	MATERIALES	ING. RUGE RONCANCIO
30/03/2023	INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
31/03/2023	GRANULOMETRIA	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
01/04/2023	PROCTOR	MATERIALES	ING. RUGE RONCANCIO
02/04/2023	CONTROL DE CALIDAD DE LA BASE	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
10/04/2023	LIMITES DE ATTERBERG	GEOTECNIA I	ING. ANDREA CACIQUE
11/04/2023	LIMITES DE ATTERBERG	GEOTECNIA I	ING. ANDREA CACIQUE
12/04/2023	LIMITES DE ATTERBERG	PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
13/04/2023	PROCTOR	DISEÑO DE ESTRUCTURA	ING. LEONARDO JACOME
14/04/2023	CBR	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
17/04/2023	GRANULOMETRIA	MATERIALES	ING. RUGE RONCANCIO
18/04/2023	GRANULOMETRIA	MATERIALES	ING. RUGE RONCANCIO
19/04/2023	CONTROL DE CALIDAD DE LA BASE	PAVIMENTOS	ING. FRANCISCO SUAREZ
20/04/2023	CBR INALTERADO	INTRODUCCION A LOS PAVIMENTOS	ING. IVAN LUNA
21/04/2023	PROCTOR	PAVIMENTOS	ING. IVAN LUNA

*Tabla 10. Asistencia de servicio*

#### **4.3.1 Servicio de atención al estudiante**

Las asesorías que se prestan en el laboratorio de suelos están dirigidas a los estudiantes de las materias:

- Materiales de construcción
- Geología
- Geotecnia I, II, III
- Introducción a los pavimentos
- Pavimentos

(materias adscritas a la Facultad de Ingeniería civil y Tecnología en Obras Civiles en la modalidad presencial y distancia.)

Dentro de las actividades que se realizaron como pasante está la de servirle a los estudiantes como un punto de apoyo, para que ellos puedan mejorar su comprensión y conocimiento de los procedimientos y técnicas de análisis. a continuación, se presenta los procesos que se llevaron a cabo con los estudiantes

- Se identificó las necesidades específicas de cada estudiante, considerando su nivel de Conocimiento, habilidades y expectativas de aprendizaje.
- Se les explico los conceptos claves de los procedimientos y técnicas de análisis utilizados en el laboratorio. Con un lenguaje claro y accesible para asegurarme de que los estudiantes comprendan los conceptos y procedimientos.
- Realice demostraciones de los procedimientos y técnicas de análisis en el laboratorio para ayudar a los estudiantes a entender mejor como se realizan y por qué son importantes.



*Ilustración 13. Servicio De Atención Al Estudiante*

**4.3.2 Asistencia proyectos de grado**

- Determinación De La Cantidad de Material Fino Que Pasa El Tamiz de 75 Micras (No.200) en Los Agregados Pétreos Mediante Lavado. (Norma INV E-214-13).
- Determinación en el Laboratorio del Contenido de Agua (humedad) de Muestras de Suelo, Roca y Mezclas de Suelo -Agregado. (Norma INV E – 122 – 13).
- Análisis Granulométrico de los Agregados Grueso y Fino. (Norma INV E – 213 – 13).
- Determinación del Límite Líquido de los Suelos. (Norma INV E – 125 – 13)
- Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos. (Norma INV E – 126 – 13).
- Densidad Bulk (peso unitario) y Porcentaje de Vacíos de los Agregados en Estado Suelto y Compacto (Norma INV E – 217 – 13).
- Resistencia a la Degradación de los Agregados de Tamaños Menores de 37.5 Mm (1½") por medio de la Máquina De Los Ángeles (Norma INV E – 218 – 13).

**4.4 Trabajo de campo**

**4.4.1 Uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en Aplicaciones de Pavimentos a Poca**

**Profundidad (Norma INV E – 172 – 13)**

Resumen del ensayo:

El ensayo de uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad, regulado por la norma INV E-172-13, tiene como objetivo determinar la resistencia del suelo en términos de número de golpes por unidad de penetración. Este ensayo se utiliza para evaluar la capacidad portante de los suelos en proyectos de pavimentación donde la profundidad de diseño es baja.

El procedimiento consiste en insertar el cono del penetrómetro en el suelo a una velocidad y profundidad constantes, aplicando una serie de golpes con un martillo. La resistencia del suelo

se registra en función del número de golpes necesarios para que el cono penetre una cierta distancia en el suelo.

Este ensayo es de gran utilidad para determinar las características y comportamiento del suelo, especialmente en proyectos de pavimentación donde la carga transmitida al suelo es baja. Los resultados obtenidos permiten evaluar la capacidad de soporte del suelo y realizar análisis de la subrasante, lo que ayuda en la toma de decisiones sobre el diseño y construcción del pavimento. En conclusión, el ensayo de uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad, según la norma INV E-172-13, proporciona información importante sobre la resistencia del suelo y es una herramienta clave en la evaluación de la capacidad portante y diseño de pavimentos. Existen otros métodos de ensayo para penetrómetros con diferentes masas de martillo y tipos de puntas cónicas, los cuales tienen correlaciones que son aplicables únicamente a esos instrumentos específicos.

#### Descripción del equipo:

- El PDC de 8 kg (17.6 lb). Debe ser de acero inoxidable con excepción del cono, el cual puede ser de acero endurecido u otro material similar, resistente al desgaste. Está constituido por los siguientes elementos:
- Una varilla de acero de 16 milímetros (5/8") de diámetro, con una punta cónica reutilizable o desechable.
- Un martillo de 8 kg (17.6 lb), el cual es accionado desde una altura fija de 575 milímetros (22.6"). Un yunque de ensamble y una manija. La punta del cono tiene un ángulo de 60° y el diámetro en la base del cono es de 20 milímetros (0.79").



*Ilustración 14. Penetrómetro dinámico de cono*

Procedimiento del ensayo:

El ensayo de uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad, regulado por la norma INV E-172-13, se realiza siguiendo el siguiente procedimiento:

- Preparación del equipo: Verificar que el penetrómetro dinámico de cono esté en buen estado y calibrado correctamente. Asegurarse de contar con el martillo y el cono adecuados para el ensayo.
- Preparación del sitio de ensayo: Seleccionar el lugar donde se realizará el ensayo y marcar los puntos de medición. Limpiar el área de cualquier obstrucción y asegurarse de que la superficie esté nivelada.
- Medición de la profundidad: Utilizando una cinta métrica o un equipo de medición adecuado, determinar la profundidad de penetración requerida para el ensayo.
- Posicionamiento del penetrómetro: Insertar el cono del penetrómetro en el suelo en el punto de medición deseado. Asegurarse de que esté vertical y en contacto con el suelo de manera firme.

- Aplicación de golpes: Golpear el cono con el martillo de forma perpendicular al suelo. Aplicar una serie de golpes con una energía y frecuencia establecidas en la norma INV E172-13.
- Registro de la penetración: Registrar el número de golpes necesarios para que el cono penetre la profundidad especificada. Este valor se conoce como número de golpes por unidad de penetración.
- Repetición del ensayo: Repetir los pasos 4 a 6 en cada punto de medición determinado previamente.
- Análisis de los resultados: Analizar los datos obtenidos y calcular la resistencia del suelo en función del número de golpes por unidad de penetración.



*Ilustración 15. Ensayo realizado en campo INV E – 172 – 13*

#### **4.4.2 CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada (Norma INVE – 148 -13).**

Resumen del ensayo:

El ensayo de CBR (California Bearing Ratio) es un método utilizado para determinar la resistencia y la capacidad de soporte de un suelo compactado en el laboratorio o una muestra inalterada. La norma INV E-148-13 establece los procedimientos y requisitos para realizar este ensayo.

El ensayo de CBR se lleva a cabo mediante la aplicación de una carga axial a una muestra de suelo compactado en una celda de ensayo. La carga se incrementa gradualmente y se registra la deformación vertical del suelo. Se determina el valor de CBR como la relación entre la presión aplicada y la presión requerida para producir la misma deformación en un suelo de referencia, generalmente una mezcla de grava y arena.

La norma establece los requisitos para la preparación de la muestra de suelo compactado y describe el procedimiento detallado para la realización del ensayo. Esto incluye la compactación del suelo en capas utilizando un equipo de compactación específico, la determinación de la densidad y humedad óptimas del suelo, y la aplicación controlada de la carga axial.

Los resultados del ensayo se utilizan para evaluar la calidad del suelo, comparar diferentes mezclas de suelo-agregado, y tomar decisiones relacionadas con el diseño y la estabilidad de las estructuras.

En resumen, el ensayo de CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada, de acuerdo con la norma INV E-148-13, es un procedimiento utilizado para determinar la resistencia y capacidad de soporte del suelo. Proporciona información crucial para el diseño y construcción de obras civiles, y se realiza mediante la aplicación de una carga axial controlada a una muestra de suelo compactado.

#### Procedimiento:

continuación, se presenta un resumen de los pasos principales del ensayo:

#### Preparación de la muestra:

- Seleccionar una muestra representativa del suelo compactado en el laboratorio o de la muestra inalterada.
- Tomar precauciones para evitar la alteración de la muestra durante el proceso de extracción y manipulación.

### Compactación del suelo:

- Determinar la humedad óptima y la densidad máxima del suelo mediante ensayos de compactación previos.
- Colocar el suelo en capas, compactándolo con un martillo o equipo de compactación específico.
- Registrar la densidad seca y la humedad de cada capa compactada. Preparación de la muestra de ensayo:
- Tomar muestras del suelo compactado en el laboratorio o de la muestra inalterada, siguiendo las dimensiones especificadas en la norma.
- Recortar o moldear la muestra según las especificaciones requeridas.

### Colocación de la muestra en la celda de ensayo:

- Asegurar que la muestra esté libre de aire y bien asentada en la celda de ensayo.
- Registrar la altura de la muestra y calcular el volumen.

### Aplicación de la carga:

- Aplicar una carga axial de forma gradual y continua a la muestra en la celda de ensayo.
- Registrar la deformación vertical del suelo a intervalos de carga específicos.

### Determinación del CBR:

- Calcular la presión aplicada y la presión requerida para producir la misma deformación en un suelo de referencia.
- Calcular el valor de CBR dividiendo la presión aplicada por la presión requerida y multiplicando por 100.



*Ilustración 16. Ensayo realizado en campo de CBR inalterado*

## 5. CONCLUSIONES

- La implementación de recursos basados en las TICs para facilitar la ejecución de ensayos de laboratorio de Análisis Granulométrico de los Agregados Grueso y Fino (Norma INV E - 213 - 13) es una estrategia educativa efectiva que brinda a los estudiantes una herramienta de consulta accesible y actualizada.
- El uso de plataformas digitales permite a los estudiantes acceder a información detallada sobre el procedimiento del ensayo, los equipos necesarios y los recursos requeridos para la caracterización del suelo. Esto facilita su comprensión y aplicación, promoviendo un aprendizaje más significativo y autónomo.
- Las guías técnicas también facilitan la estandarización de los procedimientos en los laboratorios, lo que contribuye a la consistencia y comparabilidad de los resultados entre diferentes grupos de estudiantes. Además, al proporcionar instrucciones claras y detalladas, se reduce la posibilidad de errores y se fomenta la adquisición de habilidades técnicas necesarias en el campo de estudio.
- La elaboración de guías técnicas sobre los ensayos de humedad, límites, granulometría, CBR, Proctor modificado y estándar es esencial para brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para aplicar la normatividad en los laboratorios. Estas guías garantizan que los procedimientos se realicen de manera adecuada y que los resultados obtenidos sean confiables y de calidad.
- La experiencia como pasante en el laboratorio de suelos civiles permite adquirir una visión más amplia de las actividades y responsabilidades propias del ámbito profesional. El contacto directo con los estudiantes y profesores en un entorno práctico fomenta el desarrollo de habilidades interpersonales y la capacidad para trabajar en equipo, esta

experiencia brinda una base sólida para futuras oportunidades laborales en el sector de la construcción y la ingeniería.

- En cuanto al objetivo específico número 6, se permitió confirmar la importancia de seguir las normas del INVÍAS en la realización de ensayos de suelos para proyectos viales. Estas normas proporcionan pautas claras y procedimientos estandarizados que garantizan la consistencia y confiabilidad de los resultados. Al seguir estas normas, se puede asegurar una adecuada selección y diseño de los materiales utilizados en las obras viales, lo que contribuye a la seguridad y durabilidad de las mismas.
- Brindar ayuda y asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, tanto en la modalidad presencial como a distancia, es una práctica esencial para promover su desarrollo académico y profesional. Esta labor permite a los estudiantes recibir el apoyo necesario para superar dificultades, comprender conceptos y aplicar metodologías, lo cual contribuye a su éxito en el proceso de formación

## 6. RECOMENDACIONES

- Mayor disposición de los estudiantes en la realización de los ensayos propuestos para una mayor acercación en los resultados
- Mayor asesoramiento hacia los estudiantes para que tengan presente la norma INVIAS por la cual debemos guiarnos a la hora de realizar un ensayo de laboratorio
- Mejores implementos de laboratorio ya que había algunos en mal estado o eran limitados para la cantidad de estudiantes presentes
- Nuevos implementos de laboratorio ya que por su uso continuo hay algunos en mal estado

## BIBLIOGRAFÍA

BOWLES, Joseph. Propiedades Geofísicas de los suelos. Bogotá: McGraw Hill, 1982. 490 p.

DAS, Braja M. Principios de ingeniería de cimentaciones. 4 ed. México: Trompson, 2001. 862 p.

GOMEZ PARADA, VLADIMIR. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles, 2005. 50 p.

HERRERA ANGARITA, Brillith, ANGARITA MUÑOZ, Jenny. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (iri) y Análisis de la Viga Benkelman en el Pavimento de la Avenida Libertadores en la Ciudad de Cúcuta. Trabajo de grado Ingeniera Civil. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Ingeniería Civil, 2005. 110 p

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2002. 132 p. (NTC. 1486).

INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO. Construcción de pavimentos de suelo-cemento. Bogotá: ICOPC, 2002. 110 p. (NTC. 4-33-842).

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 2da ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 1998. 115 p.

PEREZ VILLARRUEL, JESÚS. Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil, Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles, 2010, 52p.

PIEDRAHITA QUINTERO, JEAN CARLOS. Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía.

Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería Civil. Plan de Estudios de Tecnología en Obras Civiles. 2004, 50p.

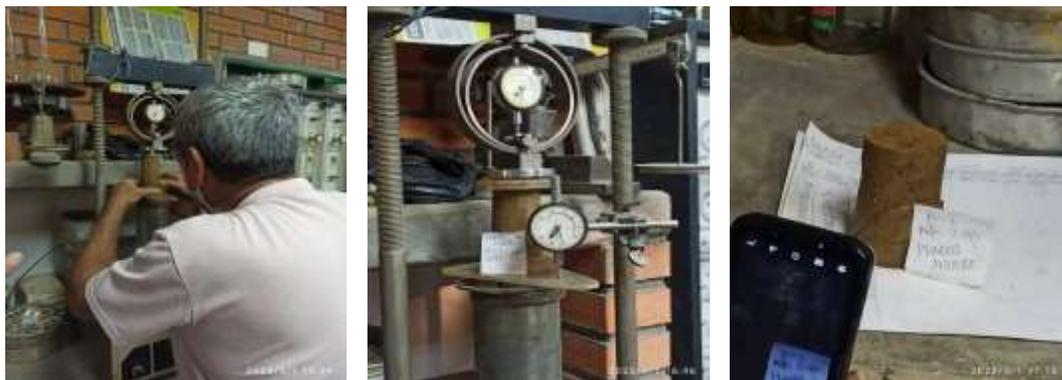
VEGA LAZARO, Miguel Fernando. Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad San José de Cúcuta. Trabajo de grado. Tecnólogo en Obras Civiles. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander Facultad de Ingeniería. Plan de estudios Tecnología en Obras Civiles, 2005. 98 p.

## ANEXOS

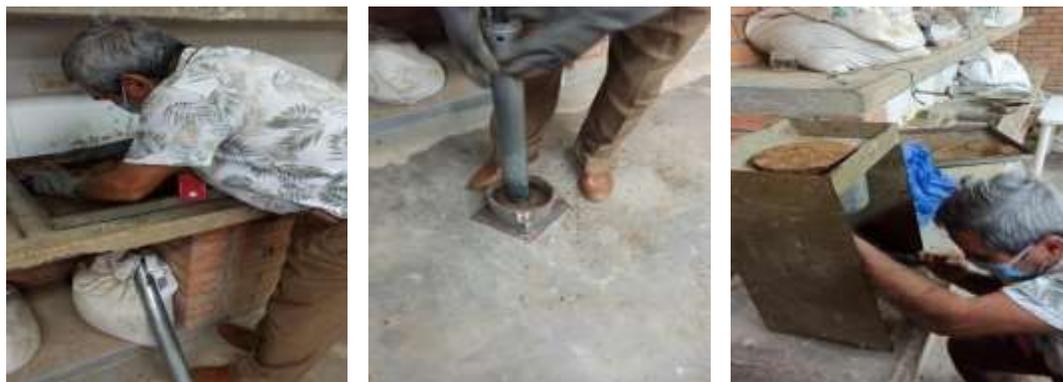
### Capacitación otorgada a los pasantes sobre el concreto



### Ensayo de resistencia a la compresion simple



### Apoyo al ingeniero Oscar Dallos en el ensayo de Proctor



### Apoyo al ingeniero Suarez Urbina en su clase sobre CBR inalterado



Agenda para las clases dictadas



Asistencia en ensayo de CBR inalterado a estudiantes de distancia



Apoyo al ingeniero arias en el ensayo de Proctor



Apoyo en las clases del diplomado de investigación



Realización del ensayo de densidad y absorción



Realización de cilindro de concretos por partes de estudiantes del ing. Segundo ruge

