

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): YENIFER DEL PILAR APELLIDOS: LLANES PÉREZ

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): OSCAR ALBERTO APELLIDOS: DALLOS LUNA

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PASANTÍA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE PAVIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto se basó en una pasantía como auxiliar técnico académico en el laboratorio de suelos civiles en el área de pavimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Para ello, se implementó una metodología descriptiva y la información se obtuvo directamente del laboratorio. La población y muestra estuvo conformada por aproximadamente quinientos alumnos por semana y 14 profesores. Se lograron establecer las actividades que estuvieron encauzadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad. Posteriormente, se brindó el apoyo técnico-académico a los alumnos del área de pavimentos. Finalmente, se prestó ayuda y/o asesoría a los estudiantes de tecnología en obras civiles, construcción civil e ingenierías (civil, ambiental, minas) en la modalidad presencial y distancia, y al área pavimentos.

PALABRAS CLAVE: laboratorio de suelos civiles, pavimentos, norma INV E, ensayos.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 49 PLANOS: _____ ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: 1

Copia No Controlada

PASANTÍA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE PAVIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO
DE PAULA SANTANDER

YENIFER DEL PILAR LLANES PÉREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

PASANTÍA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE
SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE PAVIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO
DE PAULA SANTANDER

YENIFER DEL PILAR LLANES PÉREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Tecnólogo en Obras Civiles

Director:

Ing. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 10:30 a.m

FECHA: 24/08/ 2022

LUGAR: VAIE

JURADOS: ING. ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS
ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

TITULO DEL PROYECTO: "PASANATIA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL AREA DE PAVIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

DIRECTOR: ING. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
YENIFER DEL PILAR LLANES PEREZ	1921469	4.0 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS



CODIGO: 06677
ANDREA J. CACIQUE ARIAS



CODIGO: 05242
FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA



VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Contenido

	pág.
Introducción	11
1. Problema	12
1.1 Título	12
1.2 Planteamiento del Problema	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación	13
1.5 Alcances y Limitaciones	14
1.5.1 Alcances	14
1.5.2 Limitaciones	14
1.6 Delimitaciones	14
1.6.1 Delimitación espacial	14
1.6.2 Delimitación temporal	14
2. Marco Referencial	16
2.1 Antecedentes	16
2.2 Marco Teórico	17
2.2.1 Importancia de las pruebas de laboratorio	17
2.2.2 Características que debe reunir un pavimento	17
2.2.3 Clasificación de los pavimentos	18
2.2.3.1 Pavimentos flexibles	18

2.2.3.2 Pavimentos semi-rígidos	18
2.2.3.3 Pavimentos rígidos	19
2.2.3.4 Pavimentos articulados	19
2.3 Marco Conceptual	20
2.3.1 Limite de cohesión	20
2.3.2 Limite de contracción	20
2.3.3 Limite de fluencia	20
2.3.4 Limite líquido	20
2.3.5 Limite de pegajosidad	20
2.3.6 Mecánica de suelos	20
2.3.7 Limite plástico	20
2.3.8 Pavimento	20
2.4 Marco Contextual	21
2.5 Marco Legal	21
3. Diseño Metodológico	22
3.1 Tipo de Investigación	22
3.2 Población y Muestra	22
3.3 Instrumentos Para la Recolección de Información	22
3.3.1 Información primaria	22
3.3.2 Información secundaria	23
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	23
3.5 Presentación y Análisis de los Resultados	23
4. Actividades Cumplidas en el Proyecto	24
4.1 Actividades Técnico Administrativas	24

4.2 Asesoría a los Estudiantes Que Adelantan Prácticas en el Laboratorio de Suelos Civiles	25
4.3 Ensayos Realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles	25
4.3.1 Ensayos	25
4.3.1.1 Contenido de humedad INV E – 122 - 13	25
4.3.1.2 Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 um (no. 200) en los agregados pétreos mediante lavado INV E – 214 – 13	27
4.3.1.3 Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino INV E – 213 – 13	28
4.3.1.4 CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E - 148 – 13	29
4.3.1.5 Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación) INV E – 142 – 13	31
4.3.1.6 Densidad (gravedad específica) y absorción del agregado fino y agregado grueso INV E – 222 – 13 y INV E – 223 – 13	34
4.3.1.7 Límites de Atterberg	37
4.3.1.8 Determinación del límite líquido de los suelos INV E – 125 – 13	39
4.3.1.9 Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos INV E – 126 – 13	39
4.4 Asistencia Servicios	40
4.4.1 Servicio de atención al estudiante	40
4.5 Registro General de Ensayos	42
5. Conclusiones	46
6. Recomendaciones	47
Referencias Bibliográficas	48

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Tamaño máximo de partícula	26
Tabla 2. Tamaño máximo nominal	27
Tabla 3. Análisis granulométrico de agregado grueso y fino	29
Tabla 4. Método para realizar el ensayo modificado de compactación	32
Tabla 5. Tamaño máximo partícula	35
Tabla 6. Servicio de atención al estudiante	40

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Medida de expansión axial	30
Figura 2. Ensayo de penetración	31
Figura 3. Estados del suelo	38
Figura 4. Ensayo de humedad natural	42
Figura 5. Ensayo de lavado sobre tamiz 200	42
Figura 6. Ensayo de granulometría	43
Figura 7. Proctor modificado	43
Figura 8. CBR inalterado	44
Figura 9. Compresión inconfina	44
Figura 10. Limite líquido	45
Figura 11. Ensayo limite plástico	45

Resumen

Este proyecto se basó en una pasantía como auxiliar técnico académico en el laboratorio de suelos civiles en el área de pavimentos de la Universidad Francisco de Paula Santander. Para ello, se implementó una metodología descriptiva ya que esta investigación apuntó a describir un fenómeno, proceso o situación mediante el estudio del mismo, en una circunstancia determinada en el espacio y el tiempo. La información se obtuvo directamente del laboratorio, además de la base de datos que posee esta dependencia. La población y muestra estuvo conformada por aproximadamente quinientos alumnos por semana y 14 docentes de la UFPS. Se desarrollaron las actividades que estuvieron encauzadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles. Posteriormente, se brindó el apoyo técnico-académico a los alumnos del área de pavimentos asistiendo en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas. Finalmente, se prestó ayuda y/o asesoría a los estudiantes de tecnología en obras civiles, construcción civil e ingenierías (civil, ambiental, minas) en la modalidad presencial y distancia en el área pavimentos.

Introducción

El laboratorio de suelos civiles de la universidad Francisco de Paula Santander presta sus servicios, tanto a la comunidad universitaria, así como a la comunidad en general, brindando su experiencia y compromiso en la ejecución de ensayos de laboratorio.

En esta pasantía se realizarán los ensayos correspondientes para el análisis de las propiedades física y mecánicas de cada una de las muestras traídas desde campo, respectivamente rotuladas para su ensayo y ejecución.

Las prácticas de laboratorio serán realizadas por los estudiantes adscritos a la facultad de ingenierías (civil, ambiental, minas), tecnología en obras civiles y tecnología en construcción civil, comprenden los ensayos respectivos en cada una de las asignaturas geotecnia I, II y III, materiales, mezclas y pavimentos; programadas por el plan de estudios durante el primer semestre del año 2022.

1. Problema

1.1 Título

PASANTÍA COMO AUXILIAR TECNICO ACADEMICO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES EN EL ÁREA DE PAVIMENTOS 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 a la Pasantía como Auxiliar Técnico Académico del Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander

1.3.2 Objetivos específicos. Los objetivos específicos se presentan a continuación:

Establecer las actividades que vayan encauzadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander

Proveer apoyo técnico-académico a los alumnos del área de pavimentos, que adelantan prácticas de laboratorio.

Asistir en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas.

Brindar ayuda y/o asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, construcción civil e ingenierías (civil, ambiental, minas) modalidad presencial y distancia, área pavimentos.

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 civiles 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 surjan en el laboratorio de suelos civiles en el transcurso del primer semestre académico del 2022 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 civiles 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 civiles y, la división de servicios académicos.

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación espacial. El proyecto se desarrollará dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el laboratorio de suelos civiles, ubicado en los edificios térreos. Las funciones técnico-administrativas de esta pasantía, se realizarán en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, dónde se llevarán a cabo las labores descritas.

1.6.2 Delimitación temporal. Esta pasantía se realizará durante el primer semestre académico del año 2022.

1.6.3 Delimitación conceptual. Se trabajará a partir de conceptos claves como son:

- Pavimentos.
- Tipos de pavimentos.
- Ensayos de laboratorios de suelos.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

El estudio de Gómez (2005), titulado “Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles”. El cual 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 (2005), en su trabajo titulado “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”. Presentó 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.

Asimismo la investigación de Pérez (2010), titulado “Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles”, el cual 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.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 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.

2.2.2 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.

2.2.3 Clasificación de los pavimentos. En nuestro medio, los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos Semi-rígidos o Semi-flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

2.2.3.1 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.

2.2.3.2 Pavimentos semi-rígidos. Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, unas de sus capas se encuentran 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.

2.2.3.3 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.

2.2.3.4 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.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Limite de cohesión. Es el contenido de humedad con el cual las boronas del suelo son capaces de pegarse unas con otras.

2.3.2 Limite de contracción. Es el contenido de humedad por debajo del cual no se produce reducción adicional de volumen o contracción en el suelo.

2.3.3 Limite de fluencia. Aquel en el que se presenta un alargamiento notable sin existir un aumento de carga.

2.3.4 Limite líquido. Es el contenido de húmeda de debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico

2.3.5 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.

2.3.6 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.

2.3.7 Limite plástico. Es el contenido de húmeda de debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

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

2.4 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 futbol. Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil, tecnología en Obras Civiles, Ingeniería de Minas, Ingeniería Civil.

2.5 Marco Legal

El Consejo Superior Universitario de la U.F.P.S, estableció el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, donde el artículo 140, define las diferentes opciones que tiene el estudiante para realizar su trabajo de grado, que contempla posibles proyectos, como los trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento o proyectos de extensión como las pasantías, trabajo de grado y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997, Inciso F de este acuerdo.

Inciso F: Pasantía: Rotación o permanencia del estudiante en una comunidad o institución, en la cual, bajo la dirección de un profesional experto en el área de trabajo, realiza actividades propias de la profesión, adquiriendo destreza y aprendizaje que contemplan su formación.

3. Diseño Metodológico

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 se aplica, recolectando información, 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, minas, ambiental), Tecnología en obras Civiles y construcciones civiles, siendo aproximadamente quinientos alumnos por semana y, a los 14 profesores quienes conforman la parte docente 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.

3.3.1 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.

3.3.2 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. Actividades Cumplidas en el Proyecto

4.1 Actividades Técnico Administrativas

Se realizó la adecuación del laboratorio de suelos civiles con el fin de entregar un ambiente óptimo y adecuado para la realización de los ensayos. En esta dicha adecuación se realizaron las siguientes actividades:

- Limpieza.
- Verificación del estado de los equipos de trabajo.
- Adecuación del ambiente de trabajo.

Entrega y recolección de los equipos y el material necesario para la realización cada una de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias:

- Pavimentos.
- Introducción a los pavimentos.

Para realizar la entrega de los equipos y materiales solicitados por cada grupo de estudiantes para el desarrollo de un ensayo determinado, se realiza el control de entrada; 15 estudiantes máximo, el uso obligatorio de bata, tapabocas y zapato cerrado y la solicitud de un carnet estudiantil actualizado de un representante del grupo para llevar un control del manejo y préstamo de los equipos de cada grupo, finalizado el ensayo, se verifica su limpieza y buen estado, para evitar contratiempos, incidentes, daños y/o reclamos de los alumnos por retención, multa o sanción por daños.

Se lleva el control de asistencia de los estudiantes y de los ensayos realizados.

4.2 Asesoría a los Estudiantes Que Adelantan Prácticas en el Laboratorio de Suelos Civiles

Se les presta asesoría a los estudiantes que cursan las asignaturas:

- Introducción a los pavimentos.
- Pavimentos.

Materias adscritas al pensum del programa de Ingeniería civil y Tecnología en Obras Civiles en la modalidad presencial y distancia. La asesoría que se brinda es sobre temas relacionados con la metodología y el desarrollo de los laboratorios correspondientes basándonos en lo establecido en las normas de INVIAS.

4.3 Ensayos Realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles

4.3.1 Ensayos. Los ensayos se evidencian a continuación:

4.3.1.1 Contenido de humedad INV E – 122 - 13. Este método consiste en la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad), por masa, de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado.

La norma exige el secado del material en un horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{f}$).

Se lleva una muestra del material húmedo a un horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{f}$) y se seca hasta alcanzar una masa constante. Se considera que la masa perdida a causa del secado es agua y que la masa remanente corresponde a la muestra seca. El contenido de agua se calcula relacionando la masa de agua en la muestra húmeda con la masa de la muestra sea.

Tabla 1. Tamaño máximo de partícula

Tamaño máximo de partícula (Pasa 100%)		Método A		Método B	
		Contenido de agua registrado con aproximación de ± 1 %		Contenido de agua registrado con aproximación de ± 0.1 %	
Tamaño Tamiz (MM)	Tamaño Tamiz Alternativo	Masa del Espécimen	Lectura de la Balanza (g)	Masa Espécimen	Lectura de la Balanza (g)
75.0	3"	5Kg	10	50Kg	10
37.5	1 1/2	1Kg	10	10Kg	10
19.0	3/4	250g	1	2.5Kg	1
9.5	3/8	50g	0.1	500g	0.1
4.75	No. 4	20g	0.1	100g	0.1
2.00	No. 10	20g	0.1	20g	0.01

Fuente: INVIAS (2013).

- Cálculos:

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

w: contenido de humedad en %.

W₁: masa del recipiente con el espécimen húmedo, gr.

W₂: masa del recipiente con el espécimen seco, gr.

W₃: masa del recipiente, gr.

W: masa del agua gr.

W: masa de las partículas sólidas gr.

4.3.1.2 Determinación de la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 um (no. 200) en los agregados pétreos mediante lavado INV E – 214 – 13. Esta norma describe el procedimiento para determinar la cantidad de material que pasa el tamiz no. 200, en un agregado. Durante el ensayo, se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz no. 200, tales como limo, arcilla, polvo de los agregados y materiales solubles en el agua.

Se lava de manera preinscrita una muestra de agregado, ya sea usando agua pura o agua con un agente humectante. El agua decantada, la cual contiene material suspendido y disuelto, se pasa a través de tamiz No. 200. La pérdida de masa como resultado del tratamiento de lavado, se calcula como porcentaje de la masa seca de la muestra original y se presenta en el informe como el porcentaje que pasa el tamiz No. 200 obtenido por lavado.

El proceso de selección de la cantidad a ensayar, debe seguir cualquiera de los métodos de cuarteo existentes.

Tabla 2. Tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal	Masa Mínima (g)
4.75mm (No.4) o menor	300
Mayor de 4.75mm (No.4), hasta 9.5mm (3/8")	1000
Mayor de 9.5mm (3/8"), hasta 19.0mm (3/4")	2500
Mayor de 19.0 mm (3/4")	5000

Fuente: INVIAS (2013).

- Cálculos:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

A: Porcentaje del material fino que pasa por el tamiz #200 obtenido

A: Porcentaje del material fino que pasa por el tamiz #200 obtenido por lavado

B: masa original de la muestra seca, gr.

C: masa de la muestra seca después del lavado, gr.

4.3.1.3 Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino INV E – 213 – 13. Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados grueso y fino de un material, por medio de tamizado.

Este método se usa, principalmente, para determinar la granulometría de los materiales propuestos como agregados o que se están usando como tales. Los resultados se emplean para determinar el cumplimiento de las especificaciones en relación con la distribución de partículas y para suministrar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados y de las mezclas que los contengan. Los datos pueden servir, también, para el estudio de relaciones referentes a la porosidad y al empaquetamiento entre partículas.

Una muestra de agregado seco, de masa conocida, se separa a través de una serie de tamices de aberturas progresivas más pequeñas, con el fin de determinar la distribución de los tamaños de sus partículas.

Las muestras para los ensayos se deben obtener de acuerdo con la norma INV E 201. El tamaño de la muestra debe ser el indicado en dicha norma o cuatro veces la cantidad requerida en los siguientes apuntes.

Agregado fino. Después de secada, la muestra de agregado fino para el análisis granulométrico deberá tener una masa mínima de 300gr.

Agregado grueso. La masa mínima de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secada, depende del tamaño máximo nominal del agregado, como se indica en la siguiente figura:

Tabla 3. Análisis granulométrico de agregado grueso y fino

Tamaño máximo nominal tamices con aberturas cuadradas mm (pg)	Masa mínima de la muestra de ensayo Kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 ½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 ½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125.0 (5)	300 (660)

Fuente: INVIAS (2013).

4.3.1.4 CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada INV E - 148 – 13. El ensayo se realiza, normalmente, sobre una muestra de suelo preparada en el laboratorio en determinadas condiciones de humedad y densidad. Los pesos unitarios secos de los especímenes corresponden, generalmente, a un porcentaje del peso unitario seco máximo obtenido en el ensayo de compactación (INV E-141) o en el ensayo modificado (INV E-142); pero, también se puede operar en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas en terreno.

El ensayo de CBR se utiliza en el diseño de pavimentos. En el ensayo, un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación

porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 2,54 o 5,08 mm (0,1 o 0,2”) dentro de la muestra de ensayo, y el esfuerzo que se requerido para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada.

Este ensayo se emplea para evaluar la resistencia potencial del material de subrasante, sub-base y base, incluyendo materiales reciclados, para su empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje. El valor del CBR obtenido, en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles.

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.



Figura 1. Medida de expansión axial

Fuente: INVIAS (2013).

Luego de haber estado sumergido en agua por cuatro días y que se haya tomado sus lecturas de expansión axial se procede a ensayar a penetración la muestra.



Figura 2. Ensayo de penetración

Fuente: INVIAS (2013).

4.3.1.5 Relaciones humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación) INV E – 142 – 13. Los siguientes métodos de ensayo se emplean para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6”) de diámetro, con un martillo de 44,48 N (10 lbf) que cae libremente desde una altura de 457,2 mm (18”), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 kN-m/m³.

Estos métodos se aplican a suelos con 30% o menos de su masa con tamaño mayor a 19,0 mm (3/4”) y que no hayan sido compactados previamente; es decir, no se acepta la reutilización de un suelo compactado.

Esta norma presenta tres alternativas para la ejecución del ensayo. El método por utilizar deberá ser indicado en las especificaciones para el material por ensayar. Si la especificación no indica un método, la elección se deberá realizar en función de la granulometría del material.

El molde de 154,4 mm (6") de diámetro no se deberá usar con los métodos A y B.

Tabla 4. Método para realizar el ensayo modificado de compactación

Método para realizar el ensayo modificado de compactación			
Método	A	B	C
Diámetro del molde	101.6 mm (4")	101.6 mm (4")	152.4 mm (6")
Material	Pasa tamiz de 4.75 (No. 4)	Pasa tamiz de 9.5 mm (3/8")	Pasa tamiz de 19.0 mm (3/4")
Capas	5	5	5
Método	A	B	C
Golpes/capas	25	25	56
USO	Si 25% o menos de la masa del material queda retenido en el tamiz de 4,75 mm (No, 4), sin embargo, si en este tamiz queda retenido entre el 5 y el 25 % de la masa, se puede usar el método A, pero se requerirá la corrección por sobre tamaño (ver numeral 1.4) y, en este caso, el uso del Método A, no reportara ninguna ventaja.	Si 25% o menos de la masa del material queda retenida en el tamiz de 9.5 mm (3/8) sin embargo, si en este tamiz queda retenido entre 5 y 25% de la masa, se puede usar el método B, pero se requería la corrección por sobre tamaño (ver numeral 1.4) en este caso la única ventaja de usar el método B en lugar del método C, es que se necesita menos cantidad de muestra y el molde pequeño es más fácil de usar.	Si el 30% menos de la masa del material queda retenida en el tamiz de 19.0 mm (3/4") (ver numeral 1.4).
OTRO USO	Si este requisito de granulometría no se puede cumplir, se deben usar los métodos B o C.	Si este requisito de granulometría no se puede cumplir, se debe usar el método C.	

Fuente: INVIAS (2013).

Este método produce una curva de compactación con un peso unitario seco máximo bien definido, cuando se ensayan los suelos que no presentan drenaje libre. Si el suelo presenta drenaje libre, el peso unitario seco máximo no se puede definir con precisión.

Los suelos y mezclas de suelo-agregado usados como relleno en obras de ingeniería se compactan a cierto nivel, con el fin de lograr un comportamiento satisfactorio en términos de su resistencia al corte, su compresibilidad o su permeabilidad. Así mismo, los suelos de fundación se compactan a menudo para mejorar sus propiedades de ingeniería. Los ensayos de compactación en el laboratorio suministran la base para determinar el porcentaje de compactación y la humedad de moldeo necesaria para que el suelo alcance el comportamiento requerido.

- Densidad húmeda de cada sub muestra (P_H)

$$P_H = \frac{K \times M_T - M_{MD}}{V}$$

P_H : densidad húmeda de la sub muestra compactada (punto de compactación), cuatro dígitos significativos, g/cm^3 o kg/m^3

M_T : masa del suelo húmedo dentro del molde

M_{MD} : masa del molde compactación

V : volumen del molde cm^3 o m^3

K : constante de conversión que depende de las unidades de densidad y volumen

Usar 1, para g/cm^3 y volumen en cm^3

Usar 1000 para g/cm^3 y volumen en m^3

Usar 0.001 para kg/cm^3 y volumen en m^3

Usar 1000 para kg/m^3 y volumen en cm^3

4.3.1.6 Densidad (gravedad específica) y absorción del agregado fino y agregado grueso

INV E – 222 – 13 y INV E – 223 – 13. La densidad (gravedad específica) es la característica generalmente empleada para calcular el volumen ocupado por el agregado en mezclas como las de concreto hidráulico, concreto asfáltico y otras que se dosifican o analizan sobre la base de un volumen absoluto. La densidad relativa (gravedad específica) se usa, también, en el cálculo de los vacíos del agregado en la norma INV E – 217. La densidad relativa (gravedad específica) SSS se emplea en

la determinación de la humedad superficial del agregado fino por el método de desplazamiento de agua indicado en la norma ASTM C70. La densidad relativa (gravedad específica) SSS se usa si el agregado está húmedo, es decir si su absorción ha sido satisfecha. Por el contrario, la densidad relativa (gravedad específica) en condición seca (SH) se usa para los cálculos requeridos cuando el agregado está seco o se asume que lo está.

La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) se refieren a las partículas del agregado excluyendo todo espacio en ellas que sea accesible al agua, y son poco utilizadas en la tecnología de los agregados para construcción.

Tabla 5. Tamaño máximo partícula

Tamaño máximo nominal		Masa mínima de la muestra en ensayo		
mm	pg	kg	lb	
12.5	½	2	4.4	
19	¾	3	6.6	
25	1	4	8.8	
37.5	1 ½	5	11	
50	2	8	18	
63	2 ½	12	26	
75	3	18	40	
90	3 ½	25	55	
100	4	40	88	
125	5	75	165	

Fuente: INVIAS (2013).

Cálculos:

Símbolos para el agregado fino:

A: masa al aire de la muestra seca al horno g

B: masa del picnómetro aforado lleno de agua g

C: masa total del picnómetro aforado con la muestra lleno de agua g

Densidad relativa (gravedad específica) seca al horno (SH) para agregado fino – se calcula sobre la base del agregado secado al horno de la siguiente forma:

$$\text{Densidad (gravedad específica)} \quad \text{SH} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) en condición saturada y superficialmente seca (SSS) para agregado fino – se calcula sobre la base del agregado en condición saturada y

superficialmente seca, de la siguiente forma:

$$\text{Densidad (gravedad específica) SSS} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) para agregado fino – se calcula de la siguiente forma:

Absorción – se calcula, en porcentaje, con la expresión:

$$\text{Absorción, \%} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Símbolos para el agregado grueso:

A: masa al aire de la muestra seca al horno g

B: masa al aire de la muestra saturada y superficialmente seca g

C: masa aparente de la muestra saturada en agua g

Densidad relativa (gravedad específica) seca al horno (SH) – se calcula sobre la base del agregado secado al horno, de la siguiente forma:

$$\text{Densidad (gravedad específica) SH} = \frac{A}{(B - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) en condición saturada y superficialmente seca (SSS) – se calcula sobre la base del agregado en condición saturada y superficialmente seca de la siguiente forma:

$$\text{Densidad (gravedad específica) SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) – se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Densidad aparente (gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(A - C)}$$

4.3.1.7 Límites de Atterberg. Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS).

Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Atterberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen.

Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria.

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

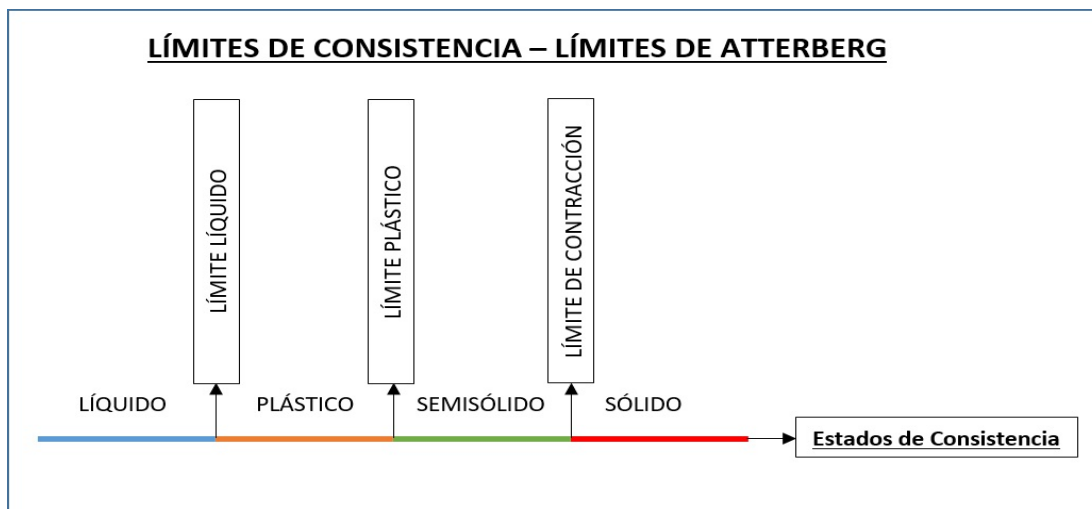


Figura 3. Estados del suelo

Fuente: Atterberg (1911).

Límite de retracción. (LR o w_s). Es el límite en el cual, un suelo ante procesos de secado y liberación de agua, no experimenta cambios volumétricos.

Límite plástico. (LP o w_p). Es el contenido de agua donde el suelo cambia de consistencia semi-sólida a plástica.

Límite líquido. (LL o w_L). Es el contenido de agua por encima del cual el suelo cambia su comportamiento o consistencia, pasa de plástico a líquido.

Índice de plasticidad. (I.P. o I_p). Es el rango de contenido de humedad donde el suelo presenta un comportamiento plástico.

La relación existente entre el Límite Líquido y el Índice de Plasticidad ofrece una valiosa información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes arcillas e incluso para un mismo mineral arcilloso, esta variación se debe a la morfología y tamaño del cristal,

cuanto más pequeña e imperfecta sea la estructura, más plástico es el material.

4.3.1.8 Determinación del límite líquido de los suelos INV E – 125 – 13. Este método cubre la determinación del límite líquido de un suelo mediante la elaboración de una curva de flujo, resultado de la determinación de tres puntos con la ayuda del equipo de Casagrande.

El límite líquido es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo. El límite líquido se define como el contenido de agua necesario para que la ranura de un suelo ubicado en el equipo de Casagrande, se cierre después de haberlo dejado caer 25 veces desde una altura de 10 mm.

- Cálculos:

$$\text{Contenido de agua} = \frac{\text{Masa del agua}}{\text{Masa del suelo secado al horno}} \times 100$$

4.3.1.9 Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos INV E – 126 – 13. El límite plástico se determina presionando de manera repetida una pequeña porción de suelo húmedo, de manera de formar rollos de 3.2 mm (1/8”) de diámetro, hasta que su contenido de agua se reduce a un punto en el cual se produce el agrietamiento y/o desmoronamiento de los rollos. El límite plástico es la humedad más baja con la cual se pueden formar rollos de suelo de este diámetro, sin que ellos se agrieten o desmoronen.

El índice de plasticidad se calcula sustrayendo el límite plástico del límite líquido.

La determinación del límite plástico interviene en varios sistemas de clasificación de suelos, dado que contribuye en la caracterización de la fracción fina de ellos. El límite plástico, solo o en conjunto con el límite líquido y el índice de plasticidad, se usa con otras propiedades del suelo

para establecer correlaciones sobre su comportamiento ingenieril, tales como la compresibilidad, la permeabilidad, la compactibilidad, los procesos de expansión y contracción y la resistencia al corte.

Cálculo del índice de plasticidad IP: LL – LP

IP: índice de plasticidad.

LL: limite líquido.

LP: limite plástico.

4.4 Asistencia Servicios

4.4.1 Servicio de atención al estudiante. A continuación, se evidencia el servicio de atención al estudiante.

Tabla 6. Servicio de atención al estudiante

Ensayo	Materia	Fecha	Docente
Granulometría	Materiales	3,14,15,24 de marzo de 2022	Ing. Ruge Roncancio
Densidad y adsorción	Materiales	24,28,29,30 de marzo de 2022	Ing. Ruge Roncancio
Granulometría	Geotecnia	16 y 22 de marzo del 2022	Ing. Andrea Cacique
Proctor	Pavimentos	22 de marzo y 5 de abril del 2022	Ing. Andrea Cacique
CBR	Pavimentos	29 de marzo del 2022	Ing. Andrea Cacique
Clasificación de suelos	Pavimentos	15 de marzo del 2022	Ing. Yee wan yung Vargas

Ensayo	Materia	Fecha	Docente
Proctor	pavimentos	24 y 29 de marzo del 2022	Ing. Yee wan yung vargas
CBR	Pavimentos	2 de abril del 2022	Ing. francisco Suarez
Granulometría	Diseño de mezclas	10 de marzo del 2022	Ing. Miguel ángel barrera
Limites	Geotecnia I	25 de abril del 2022	Ing. Andrea Cacique
Limites	Geotecnia III	26 de abril del 2022	Ing. Carlos Flórez
Limites	Geotecnia I	26 de abril del 2022	Ing. Andrea Cacique
Limites	Geotecnia III	27 de abril del 2022	Ing. Carlos Flórez
Granulometría	Geotecnia III	28 de abril del 2022	Ing. Carlos Flórez
Lavado tamiz 200	Geotecnia III	29 de abril del 2022	Ing. Carlos Flórez
Limites	Geotecnia II	29 de abril del 2022	Ing. Andrea Cacique
Granulometría	Geotecnia II	29 de abril del 2022	Ing. Andrea Cacique
Granulometría	Geotecnia III	3 de mayo del 2022	Ing. Carlos Flórez
Limites	geotecnia	4 de mayo del 2022	Ing. Andrea Cacique
Limites	geotecnia	5 de mayo del 2022	Ing. Andrea Cacique

4.5 Registro General de Ensayos


	<p>Se pesa los frascos sin muestra en su interior, luego se homogeneiza la muestra obtenida y se extraen dos porciones y se depositan en los frascos, pesamos nuevamente cada uno de los frascos con una cantidad de suelo determinada (en estado húmedo). Procedemos a meter las muestras en el horno por 12 horas, mínimo. Por último, se pesan los frascos junto con el suelo ya seco y se tabulan los datos.</p>
---	--

Figura 4. Ensayo de humedad natural


	<p>Se toma una cantidad de muestra dependiendo del tamaño máximo nominal que tenga la muestra y se deja en remojo un tiempo corto para facilitar un poco el trabajo. Luego de esto la cantidad de muestra es sometida a lavado con agua de la llave sobre el tamiz No 200, la cantidad de muestra que queda en el tamiz es separada y puesta al horno durante 24 horas donde pierde cualquier cantidad de agua presente y así poder tener el dato de la cantidad de muestra que es retenida en el tamiz.</p>
---	--

Figura 5. Ensayo de lavado sobre tamiz 200



El análisis granulométrico se realiza mediante el tamizado de la muestra. Este permite conocer el tamaño de las diferentes partículas que componen el sedimento a analizar.

Los tamices deben disponerse en forma de columna uno encima del otro, de mayor a menor abertura de malla (3", 2", 1 ½, 1", 3/4, 3/8, N4, N8, N12...N40...N80, N100) se procede a pesar el material retenido en cada tamiz, la suma de todos los pesos debe coincidir con el peso del material inicial. Tomando este peso como 100 % se calculan los porcentajes de los pesos obtenidos en cada uno de los tamices y el fondo de recogida utilizados. Con estos datos obtenemos una curva granulométrica que nos permitirá visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano de las partículas.

Figura 6. Ensayo de granulometría



Se emplea para determinar la relación entre la humedad y la masa unitaria de los suelos compactados en un molde de un tamaño dado con un martillo de 4.54 Kg. (10 lb) que cae desde una altura de 457 mm (18").

Primero pasamos el material por el tamiz $\frac{3}{4}$ hasta tener el peso que nos indiquen, el cual lo separamos en una bandeja en 5 partes, luego procedemos a echar las capas en el molde, una por una y le damos los golpes con el martillo, 65 golpes por cada capa, luego procedemos a pesar el molde sin el anillo.

Figura 7. Proctor modificado

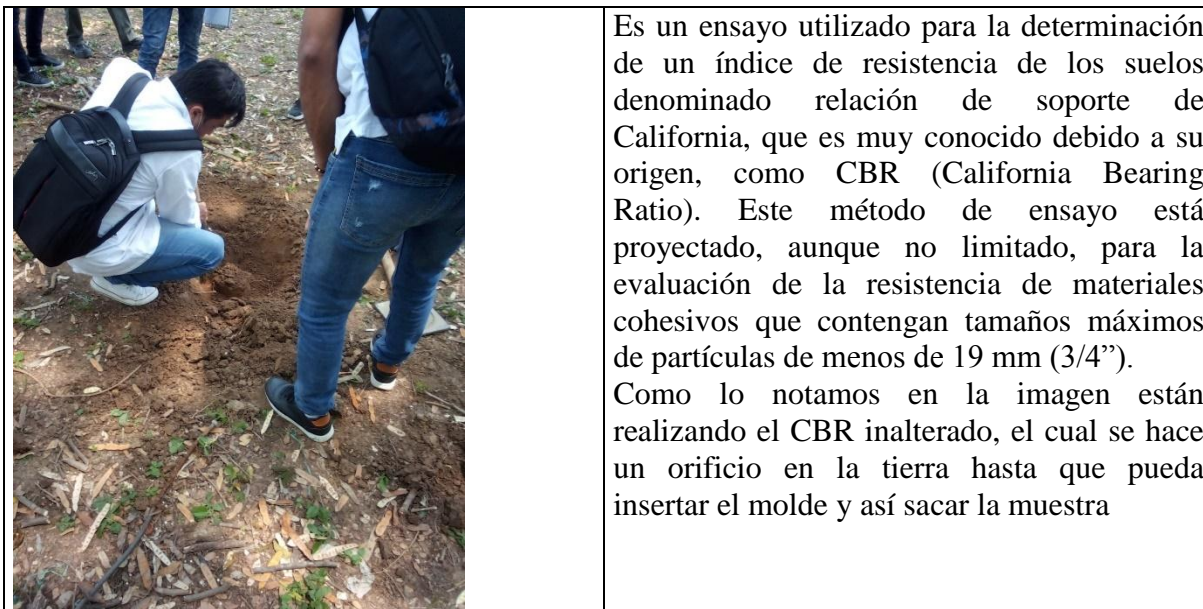


Figura 8. CBR inalterado

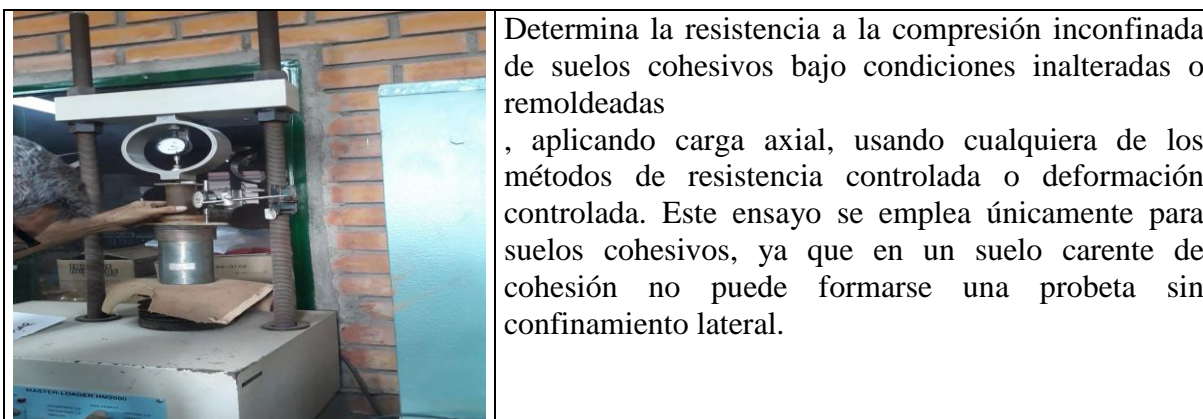


Figura 9. Compresión inconfiada

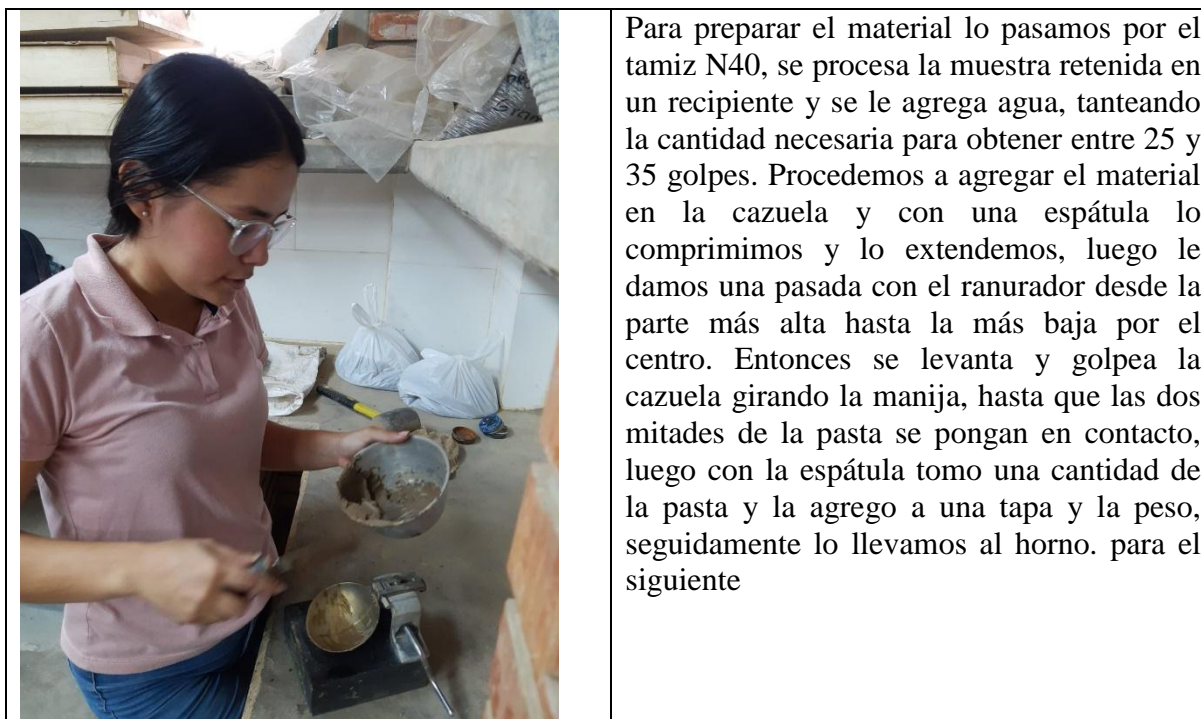


Figura 10. Limite líquido

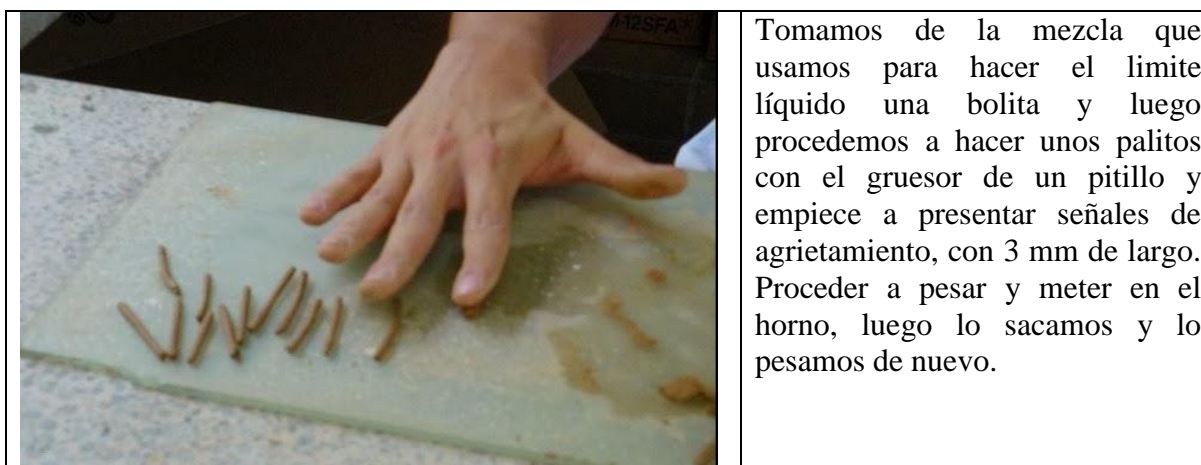


Figura 11. Ensayo limite plástico

5. Conclusiones

En el desarrollo de las pasantías en el laboratorio de suelos en la Universidad Francisco de Paula Santander que se enfoca en la realización de ensayos como son: los límites, granulometrías, gravedad específica, entre otros.

Al finalizar estas pasantías puedo dar por concluido el manejo correcto de los implementos del laboratorio y como comprendí su debido funcionamiento para un buen informe, tengo la capacidad de analizar y entender claramente los datos a concluir con cada uno de los ensayos realizados y saber si he tenido algún error ya que en el transcurso de las pasantías practique paso a paso el desarrollo de las mismas y por ende cometí algunos errores que con la practica los supere y ahora tengo la capacidad de analizar con facilidad los respectivos laboratorios vistos en este ensayo y llegar a sus debidas conclusiones.

6. Recomendaciones

Para el adecuado desarrollo de los ensayos de laboratorio aquí mencionados es importante contar con las herramientas y equipos necesarios en buen estado y calibrados; se pudo identificar falencias y debilidades existentes en el laboratorio, lo que refiere a los elementos existentes en este.

Según lo encontrado, es pertinente aconsejar al laboratorio un mantenimiento a las taras utilizadas para meter en el horno, dado que algunas están rotas y no son funcionales; por otra parte, para la realización del lavado por el tamiz 200 solo contamos con un tamiz en buen estado, lo cual dificulta el desarrollo del ensayo dado que son varios los lavados que se vienen a realizar por parte de los alumnos.

Por otra parte, pensando en los futuros pasantes que lleguen al laboratorio, es aconsejable que ellos se informen muy bien sobre las normas INV E vigentes sobre los ensayos de laboratorio que allí se realizan; además es importante preguntar sobre cualquier inquietud por pequeña que parezca sobre los ensayos de laboratorio a los ingenieros con más experiencia; por último, que tengan toda la disposición de aprender, para así sacarle el mejor provecho a esta experiencia.

Referencias Bibliográficas

Blogspot. (2008). *Ingeniería civil*. Recuperado de:

<http://ingevil.blogspot.com/2008/10/determinacin-de-la-humedad-natural-de.html>

Fredik, M. (1995). *Manual del ingeniero civil*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Geotecnia y Mecanica de Suelos. (2023). *Limites Atterberg. ¿Que es el ensayo limite de*

Atterberg? Recuperado de: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/limites-atterberg/>

Gómez, V. (2005). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía*. Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Herrera, B. & Angarita, J. (2005). *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*. Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Ingeniería. (2011). *Guía de laboratorio*. Recuperado de: [https://www.u-](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/GL5201/1/material_docente/bajar?id_material=396219)

[cursos.cl/ingenieria/2011/2/GL5201/1/material_docente/bajar?id_material=396219](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/GL5201/1/material_docente/bajar?id_material=396219)

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Normas y especificaciones generales de construcción de carreteras*. Bogotá: INVIAS.

Ministerio del Transporte. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras*.

Recuperado de: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/224/normas-construccin-de-carreteras/>

Orozco, H. (1996). *Manual de interventoría de obras*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Pérez, J. (2010). *Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles*. Tesis de grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Tamices. (2014). *Cómo realizar un ensayo granulométrico*. Recuperado de:

<https://www.tamices.es/como-realizar-un-ensayo-granulometrico/>