

| | | | | | |
|---|--|-----------------------------|------------------|----------|------------|
|  | GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y 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

AUTORES:

NOMBRE(S) MARLON ALEXI **APELLIDOS** CASTRILLON CONTRERAS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA DE OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S) OSCAR ALBERTO **APELLIDOS** DALLOS LUNA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PASANTIA COMO ASISTENTE ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

RESUMEN. Se establecieron las actividades encauzadas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander. Se proporciono apoyo técnico-administrativo a los alumnos de las distintas áreas, que adelantan prácticas de laboratorio. Se asistió en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados o laboratorios, así como en actividades asociadas. Se brindo ayuda y/o asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles, modalidad presencial y distancia.

PALABRAS CLAVES: proyectos, laboratorio, suelos, prácticas, actividades

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 75 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **CD ROOM:**

PASANTIA COMO ASISTENTE ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUELOS
CIVILES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

MARLON ALEXI CASTRILLON CONTRERAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA DE OBRAS CIVILES
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2021

PASANTIA COMO ASISTENTE ADMINISTRATIVO EN EL LABORATORIO DE SUELOS
CIVILES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

MARLON ALEXI CASTRILLON CONTRERAS

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

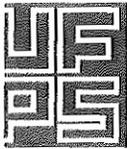
Director

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

Licenciado en Educación Énfasis en Áreas Tecnológicas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA DE OBRAS CIVILES
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021



ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO
TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 10: 00 P.M

FECHA: 10/04/2021

LUGAR: VIRTUAL

JURADOS: ING. WILMA GISELA FIGUEROA MALDONADO
ING. GERSON LIMAS RAMIREZ

TITULO DEL PROYECTO: "PASANTIA COMO ASISTENTE ADMINISTRATIVO EN EL
LABORATORIO DE SUELOS CIVILES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
SANTANDER"

DIRECTOR: ING. OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

| NOMBRE DEL ESTUDIANTE: | CODIGO | NOTA |
|-----------------------------------|---------|----------------|
| MARLON ALEXI CASTRILLON CONTRERAS | 1920988 | 4.4 (aprobado) |

FIRMA DE LOS JURADOS

ING. WILMA GISELA FIGUEROA MALDONADO
CODIGO: 03488

ING. GERSON LIMAS RAMIREZ
CODIGO:03878

VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Tabla de contenido

| | pág. |
|--------------------------------|-------------|
| Introducción | 10 |
| 1. Descripción del problema | 11 |
| 1.1 Título | 11 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 11 |
| 1.3 Justificación | 12 |
| 1.4 Objetivos | 13 |
| 1.4.1 Objetivo general | 13 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 13 |
| 1.5 Alcances y limitaciones | 13 |
| 1.5.1 Alcances | 13 |
| 1.5.2 Limitaciones | 14 |
| 1.6 Delimitaciones | 14 |
| 1.6.1 Espacial | 14 |
| 1.6.2 Temporal | 14 |
| 1.6.3 Conceptual | 14 |
| 2. Marco referencial | 16 |
| 2.1 Antecedentes | 16 |
| 2.2 Marco teórico | 17 |
| 2.3 Marco conceptual | 23 |
| 2.4 Marco contextual | 24 |
| 2.5 Marco Legal | 25 |

| | |
|---|----|
| 3. Metodología | 26 |
| 3.1 Tipo de investigación | 26 |
| 3.2 Población y muestra | 26 |
| 3.3 Instrumentos de recolección de información | 26 |
| 3.3.1 Información Primaria | 26 |
| 3.3.2 Información Secundaria | 27 |
| 3.4 Técnicas de análisis y procesamiento de datos | 27 |
| 3.5 Presentación de Resultados. | 28 |
| 4. Actividades cumplidas en el proyecto | 29 |
| 4.1 Actividades técnico administrativas. | 29 |
| 4.2 Asesoría a los estudiantes que adelantan prácticas en el laboratorio de suelos civiles. | 29 |
| 4.3 Ensayos realizados y asesorados en el laboratorio de suelos civiles. | 32 |
| 4.3.1 Ensayos de suelos | 32 |
| 4.3.2 Ensayos de diseño de mezclas. | 51 |
| 4.3.3 Ensayos se pavimentos | 63 |
| 5. Conclusiones | 72 |
| 6. Recomendaciones | 73 |
| Referencias bibliográficas | 74 |

Lista de cuadros

| | pág. |
|---|-------------|
| Cuadro 1. Asistencias en el laboratorio. | 30 |
| Cuadro 2. Asistencias a la comunidad. | 31 |
| Cuadro 3. Asistencia proyectos de grado. | 32 |
| Cuadro 4. Porciones recomendadas según el Diámetro Nominal de las Partículas. | 34 |
| Cuadro 5. Serie de Tamices mm – pulg. | 35 |
| Cuadro 6. Numero de capas requeridas por espécimen | 57 |
| Cuadro 7. Diámetro de la varilla y número de golpes por capa | 59 |
| Cuadro 8. Capacidad mínima de carga | 63 |
| Cuadro 9. Masa mínima de Muestra de Ensayo (Acorde con la Requerida Para Granulometría) | 65 |
| Cuadro 10. Dimensiones de los Calibradores | 66 |
| Cuadro 11. Tamizado recomendado | 68 |
| Cuadro 12. Precisión | 70 |

Lista de figuras

| | pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Ensayo de humedad natural. | 33 |
| Figura 2. Ensayo de Análisis Granulométrico. | 35 |
| Figura 3. Estados del suelo | 37 |
| Figura 4. Ensayo de límite líquido. | 37 |
| Figura 5. Ensayo de límite Plástico | 38 |
| Figura 6. Ensayo gravedad específica | 39 |
| Figura 7. Ensayo Equivalente de Arena | 41 |
| Figura 8. Ensayo de compresión encofinada | 43 |
| Figura 9. Ensayo de Lavado sobre tamiz 200 | 45 |
| Figura 10. Ensayo de hidrómetro | 47 |
| Figura 11. Ensayo corte directo | 48 |
| Figura 12. Ensayo Densidad de campo por el método del cono de arena | 50 |
| Figura 13. Ensayo de granulometría de los agregados | 52 |
| Figura 14. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles. | 54 |
| Figura 15. Ensayo absorción del agregado fino | 55 |
| Figura 16. Ensayo absorción del agregado grueso | 56 |
| Figura 17. Ensayo de caras fracturadas al agregado grueso | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 18. Ensayo de elaboración y curado de cilindros de concreto | 60 |
| Figura 19. Molde para Determinar el Asentamiento | 62 |
| Figura 20. Ensayo de Asentamiento del Concreto | 62 |
| Figura 21. Ensayo de CBR inalterado | 64 |
| Figura 22. Calibrador de Alargamiento. Fuente: INV E – 230-14 | 66 |
| Figura 23. Ensayo de Alargamiento y Aplanamiento | 67 |
| Figura 24. Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas | 69 |
| Figura 25. Análisis granulométrico de Mezclas Asfálticas | 70 |

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 realizaron 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 realizadas por parte de los estudiantes adscritos a la facultad de ingenierías, comprenden los ensayos respectivos en cada una de las asignaturas programadas por el plan de estudios durante el segundo semestre del año 2019.

1. Descripción del problema

1.1 Título

Pasantía como asistente administrativo en el laboratorio de suelos civiles 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 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.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Realizar las actividades correspondientes a la Pasantía como Auxiliar Técnico Administrativo del Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.4.2 Objetivos específicos. 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-administrativo a los alumnos de las distintas áreas, 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, modalidad presencial y distancia

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 segundo semestre académico del 2019 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 Espacial. El proyecto se desarrollará dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el laboratorio de suelos civiles, ubicado en el edificio 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 Temporal. Esta pasantía se realizará durante el segundo semestre académico del año 2019.

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

- Mecánica de suelos

- Pavimentos
- Diseño de Mezclas

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Gómez, (2004). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. de la Universidad Francisco de Paula Santander, modalidad pasantía.*

“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” (pág.1), estas actividades se encaminan a brindar asistencia técnico administrativa en las labores que adelante el Laboratorio. En materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso.

Piedrahita, (2004). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles.*

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 (2005). *Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad de Cúcuta.*

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. (pág.1).

Pérez (2010). Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles.

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 adelante el Laboratorio. En materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso. (pág.1).

Herrera y Angarita (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.*

“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” (pág.1).

2.2 Marco teórico

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.

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.

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.

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.

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 5 mm.

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 da lugar a una acción inicial de fraguado (reacción química), que a su término convierte la masa plástica de concreto fresco en una masa endurecida e indeformable.

Luego de que el concreto ha fraguado continúa un largo período 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.

2.3 Marco conceptual

Límite De Cohesión.

“Es el contenido de humedad con el cual las boronas del suelo son capaces de pegarse unas con otras” (Universidad Tecnológica de Los Andes, s.f., pág. 5).

Límite De Contracción.

Es el contenido de “humedad por debajo del cual no se produce reducción adicional de volumen o contracción en el suelo” (Apuntes de Ingeniería Civil, 2011, párr. 6).

Límite De Fluencia.

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

Límite Líquido.

Es el contenido de húmeda de debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico

Límite 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” (Apuntes de Ingeniería Civil, 2011, párr. 4)

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” (La Librería del Ingeniero, s.f., párr. 1).

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 Téreos, 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. Metodología

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

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 docente de las ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander

3.3 Instrumentos de recolección de información

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 modificado.

- CBR.

3.5 Presentación de 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 limpieza e inventario del laboratorio de suelos civiles y adecuación de los implementos, materiales y equipos, para un mejor servicio de los estudiantes en el II semestre del 2019.

Entrega y recolección de los materiales, equipos y herramienta menor necesarios para cada una de las prácticas de laboratorio correspondientes a las materias de las Ingenierías: Ingeniería Civil (Distancia y Presencial), Tecnología Obras Civiles (Distancia y Presencial), Ingeniería Minas, Ingeniería Ambiental

Para la entrega de materiales y equipos a cada grupo de estudiantes para el desarrollo de un ensayo determinado se realiza la solicitud de carnet estudiantil actualizado de un representante para, el control de manejo y préstamo de los mismos 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.

4.2 Asesoría a los estudiantes que adelantan prácticas en el laboratorio de suelos civiles.

Se les presta asesoría a los estudiantes que cursan asignaturas Diseño de mezclas, Geotecnia I, II ,III, Materiales de Construcción, Pavimentos, Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, en modalidad presencial y distancia , adscritas a la Facultad de Ingenierías, sobre temas relacionados con el desarrollo de los laboratorios correspondientes.

Cuadro 1. Asistencias en el laboratorio.

| <i>ENSAYO</i> | <i>MATERIA</i> | <i>N° ALUMNOS</i> | <i>DOCENTE</i> | <i>CARRERA</i> |
|--|-------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|
| Humedad natural, lavado sobre el tamiz #200 y granulometria. | Diseño de mezclas. | 49 | Ing Miguel Barrera | Tecnología Obras civiles-Ing civil |
| CBR | Pavimentos | 35 | Ing Yee Wanyung vargas | Ing Civil |
| CBR, humedad natural, limites de Atterberg, lavado tamiz #200, granulometria | Pavimentos | 31 | Ing Francisco Suarez | Tecnología Obras Civiles |
| Humedad natural, limites de Atterberg, lavado tamiz #200, granulometria | Pavimentos | 33 | Ing Andrea Cacique | Tecnología Obras Civiles |
| humedad natural, lavado tamiz #200, granulometria | Geotecnia I | 49 | Ing Alieth Sanchez | Ing civil |
| humedad natural, lavado tamiz #200, granulometria | Diseño de mezclas | 39 | Ing Carlos Bonilla | Ing civil |
| humedades, lavado tamiz #200, granulometria | Geotecnia II | 42 | Ing Andrea Cacique | Ing civil |
| humedad natural, lavado tamiz #200, granulometria | Introduccion a los pavimentos | 28 | Ing Andrea Cacique | Ing civil |
| humedad natural, lavado tamiz #200, granulometria | Geotecnia I | 28 | Ing Andrea Cacique | Ing civil |

Cuadro 2. Asistencias a la comunidad.

| TIPO DE ENSAYO | DIRECCION | SOLICITANTE | CIUDAD |
|--|--|----------------------------------|---------------|
| Límites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Las margaritas- corregimiento de agua clara | Shirley carolina vivas | Cúcuta |
| Granulometría, lavado tamiz #200, enconfinada | Hacienda club-via Bocono | Ing Carlos Flores | Cúcuta |
| Diseño marshall | Av 7 diagonal Santander | Interventoría redoma el terminal | Cúcuta |
| Limites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Versialinda- corregimiento de agua clara | Luis Francisco Pabón Arias | Cúcuta |
| Limites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Corregimiento buena esperanza | Joaquín Duarte Vargas | Cúcuta |
| Limites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Belen-torres claro | Ing Carlos Flores | Cúcuta |
| Limites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Las margaritas- corregimiento de agua clara | Josué Guillermo Díaz | Cúcuta |
| Limites de atterberg, lavado tamiz #200, granulometría | Corregimiento buena esperanza | Jhannier Vargas Ortiz | Cúcuta |

Cuadro 3. Asistencia proyectos de grado.

| TITULO | ENSAYO | AUTOR DEL PROYECTO |
|--|---|--|
| “Estudio técnico de construcción de iglesia y capilla santa maria montolla”. Proyecto de grado | Granulometría, Límites de Atterberg y Humedad Natural | Yenny Montes Angie Antunes |
| “diseño hidraulico red de acueducto y alcantarillado sanitario para el asentamiento 7 de abril municipio de tibu” Proyecto de grado | Lavado tamiz 200, Límites de Atterberg, Granulometría | Andrea Roxana sandoval Karen Vanessa Araque |

4.3 Ensayos realizados y asesorados en el laboratorio de suelos civiles.

4.3.1 Ensayos de suelos. *Determinación En laboratorio del Contenido de Agua*

(Humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo INVE – 122-13.

Este método cubre la determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado por peso. Por simplicidad, de aquí en adelante, la palabra "material" se refiere a suelo, roca o mezclas de suelo-agregado, la que sea aplicable.

El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre", en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material.



Figura 1. Ensayo de humedad natural.

Determinación de tamaños de partículas de los suelos INV E – 123 – 13.

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de $75\ \mu\text{m}$ (No.200).

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices, se puede efectuar sin previo lavado.

Cuadro 4. Porciones recomendadas según el Diámetro Nominal de las Partículas.

| Diámetro Nominal de Las Partículas mm – (Pulg) | Peso mínimo aproximado de la Porción gramos (gr) |
|---|---|
| 9.5 (3/8") | 500 |
| 19.0 (3/4") | 1000 |
| 25.0 (1") | 2000 |
| 37.50 (1 1/2") | 3000 |
| 50,0 (2") | 4000 |
| 75.0 (3") | 5000 |

Fuente: INV E – 123- 13

El tamaño de la fracción que pasa la malla No.10 debe ser de aproximadamente 115 g para arenas y 65 g. para limos y arcillas.

Los tamices de malla cuadrada que se utilizan para el tamizado de análisis granulométrico son los siguientes:

Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices, se puede efectuar sin previo lavado.

Cuadro 5. Serie de Tamices mm – pulg.

| |
|--------------------|
| Tamices |
| 75 mm - (3") |
| 50 mm - (2") |
| 37.5 mm - (1-1/2") |
| 25 mm - (1") |
| 19.0 mm - (3/4") |
| 9.5 mm - (1/2") |
| 9.5 mm - (3/8") |
| 4.75 mm - (No.4) |
| 2.0 mm - (No. 10) |
| 850 mm (No. 20) |
| 425 mm - (No. 40) |
| 250 mm -((No. 60) |
| 180 mm - (No. 100) |
| 75 mm - (No. 200) |

Fuente: INV E – 123- 13

**Figura 2. Ensayo de Análisis Granulométrico.**

Tamizando en la serie de tamices de porción Fina de un Suelo, luego de ser tamizado la muestra de suelo por los tamices superiores de los mismos.

Límites de Atterberg.

Límite Líquido INVE – 125-13.

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

El límite líquido de un suelo que contiene cantidades apreciables de materia orgánica disminuye dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes del ensayo. La comparación de los valores de límite líquido de una muestra, antes y después de secada al horno.

El investigador en suelos, Atterberg, desarrolló un sistema para cuantificar este comportamiento, que se basa en la determinación de los Límites de Atterberg e Índice de consistencia: Límite líquido, Límite Plástico, Límite de Retracción, e Índice de Plasticidad; estos datos indican el contenido de agua donde el suelo cambia de consistencia. Estos límites marcan una separación arbitraria entre los estados o modos de comportamiento de un suelo: sólido, semi-sólido, plástico y líquido.



Figura 3. Estados del suelo Fuente: INV E – 125



Figura 4. Ensayo de límite líquido

Límite Plástico e índice plasticidad de los suelos INV E – 126 – 13.

Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen.

Si se quiere determinar sólo el límite plástico, se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 425 μm (No.40), Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse

con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de unos 6 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños. En otros suelos se forma una capa tubular exterior que comienza a hendirse en ambos extremos y progresa hacia el centro hasta que, finalmente, el suelo se desmorona en partículas lajosas.



Figura 5. Ensayo de límite Plástico

**Determinación De la Gravedad Específica de las Partículas Sólidas de los suelos,
empleando un Picnómetro con Agua INV E -128-13.**

Es la relación entre la masa de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y la masa del mismo volumen de agua destilada y libre de gas, a la misma temperatura.

La gravedad específica de un suelo se usa en casi toda ecuación que exprese relaciones de fase de aire, agua y sólidos en un volumen dado de material. El término partículas sólidas, como se usa en ingeniería geotécnica, hace relación a las partículas minerales que aparecen naturalmente y que no son prácticamente solubles en agua. Por lo tanto, la gravedad específica de materiales que contengan materias extrañas (tales como cemento, cal, etc.), materia soluble en agua (tal como cloruro de sodio) y suelos conteniendo materia con gravedad específica menor de uno, típicamente requieren un tratamiento especial o una definición particular de gravedad específica.



Figura 6. Ensayo gravedad específica

El ensayo ya está finalizado, el picnómetro lleno con su volumen y en su temperatura ambiente listo para saber su peso (masa) y secarlo en el horno

Equivalente de Arena de Suelos y agregados Finos INV E – 133 – 13.

Este ensayo tiene por objeto determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo.

A un volumen determinado de suelo o agregado fino se le adiciona una pequeña cantidad de solución floculante, mezclándolos en un cilindro de plástico graduado y agitándolos para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa. La muestra es entonces "irrigada", usando una cantidad adicional de solución floculante, para forzar el material arcilloso a quedar en suspensión encima de la arena. Después de un período de sedimentación, se determinan las alturas de la arcilla floculada y de la arena en el cilindro. El "equivalente de arena" es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

Solución Tipo (Stock). Los materiales enumerados a continuación se pueden usar para preparar la solución tipo Stock. Una cuarta alternativa es la de no usar ninguna biosida, siempre y cuando el tiempo de almacenamiento de la solución no sea el suficiente para promover el crecimiento de hongos.



Figura 7. Ensayo Equivalente de Arena

Después de agitar la muestra en la probeta por 90 segundos, se espera el tiempo de 20 minutos para conocer sus lecturas superior e inferior

Compresión Encofinada en Muestras de Suelo INV E – 152- 13.

El objeto de esta Norma es indicar la forma de realizar el ensayo para determinar la resistencia a la compresión Encofinada de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas o remodeladas, aplicando carga axial, usando cualquiera de los métodos de resistencia controlada o deformación controlada. Este ensayo se emplea únicamente para suelos cohesivos, ya que en un suelo carente de cohesión no puede formarse una probeta sin confinamiento lateral.

Resistencia a la compresión Encofinada, es la carga por unidad de área a la cual una probeta de suelo, cilíndrica o prismática, falla en el ensayo de compresión simple.

Probetas inalteradas: Si se trata de muestras de tubo, hay que manejarlas con gran cuidado para evitar su alteración, cambios en la sección transversal o la pérdida de humedad. - Si se teme que el dispositivo de extracción pueda dañar la muestra, puede hendirse el tubo longitudinalmente o cortarlo en trozos más pequeños para facilitar la extracción de la muestra sin alterarla. - Si se trata de arcilla no dura, se recomienda, cuando sea posible, tallar la muestra para eliminar las zonas alteradas próximas a las paredes del tubo. En general, deben desecharse las partes alteradas de la muestra.

Cuando los extremos de la probeta quedan irregulares debido a la existencia de piedras, desmoronamiento de la muestra, etc., se deben igualar las caras rellenando los pequeños agujeros con suelo de los cortes. Si se trata de muestras duras, es conveniente refrenar las caras de modo que queden perfectamente paralelas. Se determina el peso de las probetas y separadamente se toma una muestra para determinar la humedad. El peso debe excluir la capa de material utilizado para refrentar la probeta.

Probetas Remodeladas. Si se desea ensayar una muestra de arcilla saturada "re moldeada", por ejemplo, para determinar la sensibilidad, se procede del siguiente modo: se amasa perfectamente el suelo de modo que se destruya completamente su estructura anterior. Si se desea conservar la humedad que tenía la muestra original, es conveniente envolver el material en una membrana de caucho fino durante esta operación. - Para formar el espécimen puede emplearse un tubo metálico cilíndrico hueco de altura algo mayor que el doble del diámetro, en cuyo interior penetra un cilindro de madera del mismo diámetro que la probeta, cubierto con un disco de aluminio. Las paredes del tubo hueco se deben lubricar con vaselina o cualquier otro lubricante.



Figura 8. Ensayo de compresión encofinada

La muestra cilíndrica después de ensayarla a la compresión, el resultado de su falla y su resistencia.

Ensayo de Lavado sobre tamiz 200 INV E – 214 -13.

Esta norma describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de $75\ \mu\text{m}$ (No.200) en un agregado.

1.2 Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de $75\ \mu\text{m}$ (No.200), tales como: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua. 1.3 Se describen dos procedimientos, uno que utiliza solamente agua en la operación de lavado, y otro que emplea un agente humectante para favorecer el desprendimiento del material más fino que $75\ \mu\text{m}$ (No.200), del material grueso. Si no se especifica lo contrario,

se usará el procedimiento A (sólo agua). 1.4 Con la mayoría de los agregados, el agua natural es adecuada para separar el material más fino del grueso. En algunos casos, sin embargo, el material más fino está adherido a las partículas más gruesas; tal sucede con algunos materiales arcillosos y de otro tipo que pueden estar cubriendo los agregados extraídos de las mezclas bituminosas.

En tales casos, el material fino se separa más fácilmente añadiendo al agua de lavado un agente humectante. 1.5 Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y la aplicabilidad de limitaciones regulatorias, con anterioridad a su uso. 2. USO Y SIGNIFICADO 2.1 El material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200), se puede separar de las partículas mayores en forma mucho más eficiente y completa, mediante tamizado por vía húmeda, que a través del tamizado en seco. Por esto, cuando se desean determinaciones precisas del material más fino que 75 μm en los agregados finos o gruesos, se usa este método, antes de efectuar el tamizado en seco de la muestra (norma INV E – 213). 2.2 Los resultados de este ensayo se incluyen en los cálculos obtenidos mediante tamizado en seco (norma INV E – 213) y se informan junto con los resultados de dicho ensayo. Nota 1.- Normalmente, la cantidad adicional de material menor que 75 μm , obtenido a por el tamizado en seco (norma INV E – 213) es pequeña, pero si no lo es, este hecho puede indicar una falta de eficiencia en el lavado o una degradación del material durante el proceso. Instituto Nacional de Vías.



Figura 9. Ensayo de Lavado sobre tamiz 200

Consiste en separar por lavado, mediante el tamiz N°200, las partículas menores de 0.075 mm mezcladas o adheridas a la superficie de los agregados gruesos o finos, las cuales se consideran como impurezas.

Norma Invias E214-14

Análisis granulométricos por medio del hidrómetro INV E – 124 - 14

Este método de prueba cubre las determinaciones cuantitativas de la distribución de tamaño de las partículas de las fracciones finas de los suelos. La distribución de tamaños de partículas más grandes de 75 μm (retenidas en el tamiz No 200) se determina por tamizado, en tanto que la distribución de las partículas más pequeñas que 75 μm se determina por un proceso de sedimentación, usando un hidrómetro que asegure los datos necesarios

Nota 1.— La separación de la muestra para aplicar el método descrito en esta norma puede hacerse en el tamiz No 4 (4.75mm), en el No 40 (425 μ m), o en el tamiz No 200 (75 μ m), en vez del tamiz No 10. El tamiz utilizado debe ser indicado en el informe.

Nota 2.- Se proveen dos tipos de aparatos de dispersión: (1) Un mezclador mecánico de alta velocidad y (2) dispersión por aire. Investigaciones extensas indican que los equipos de dispersión por aire producen una dispersión más positiva en suelos finos plásticos por debajo de 20 μ m de tamaño y apreciablemente menor degradación en todos los tamaños al usarse con suelos arenosos. Debido a las ventajas definitivas de la dispersión por aire, se recomienda su uso. Los resultados obtenidos con los dos aparatos, difieren en magnitud, dependiendo del tipo de suelos, especialmente para tamaños más finos de 20 μ m

REACTIVOS

Agente Dispersante – Una solución de hexametáfosfato de sodio; se usará en agua destilada o desmineralizada en proporción de 40 g de hexametáfosfato de sodio por litro de solución. Las soluciones de esta sal deberán ser preparadas frecuentemente (al menos una vez al mes) o ajustar su pH de 8 a 9 por medio de carbonato de sodio. Las botellas que contienen soluciones deberán tener marcada la fecha de preparación.

Agua – Toda agua utilizada deberá ser destilada o desmineralizada. El agua para el ensayo con hidrómetro deberá llevarse hasta la temperatura que prevalecerá durante el ensayo; así, si el cilindro de sedimentación se va a colocar en baño de agua, la temperatura del agua destilada o desmineralizada que va a utilizarse se llevará a la temperatura de dicho baño. Si el cilindro de

sedimentación se coloca a la temperatura ambiente del laboratorio, el agua deberá tener dicha temperatura. La temperatura normal de ensayo es la de 20° C (68° F). Sin embargo, pequeñas variaciones de temperatura, no implicarán el uso de las correcciones previstas.



Figura 10. Ensayo de hidrómetro

Muestras depositadas en las probetas listas para empezar a tomar lecturas con el hidrómetro

Norma Invias E 124

Ensayo de corte directo INV E – 154 – 13.

Esta norma tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de

corte directo. El ensayo se podrá hacer con un corte sencillo o un corte doble como se ilustra en la Figura 1. Este ensayo se puede realizar sobre todos los tipos de suelos, ya sean muestras inalteradas o re moldeadas.

El ensayo consiste en: (a) Colocación de la muestra de ensayo en el dispositivo de corte directo; (b) Aplicación de una carga normal determinada; (c) Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra; (d) Consolidación de la muestra bajo la carga normal; (e) Liberación de los marcos que sostienen la muestra; (f) Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra (véanse Figuras 1 y 2). Generalmente tres o más muestras son ensayadas, cada una bajo fuerza normal diferente, para determinar los efectos sobre la resistencia al corte y las deformaciones. El intervalo de las cargas normales usadas deberá ser el apropiado y en concordancia para las condiciones del suelo investigado.



Figura 11. Ensayo corte directo

Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por método del cono de arena INV E – 161 -13.

Este método de ensayo se usa para determinar, en el sitio, la densidad o la masa unitaria de los suelos con el equipo de cono de arena.

El método sirve para los suelos que no contiene cantidades apreciables de rocas o de material grueso de tamaño superior a 38mm (1½”) de diámetro.

También se puede utilizar este método para determinar, en el sitio la densidad de suelos inalterados, siempre y cuando los vacíos naturales o los poros de suelo sean lo suficientemente pequeños para evitar que la arena que se usa para el ensayo penetre en los vacíos. El suelo u otros materiales que se ensayen deben tener suficiente cohesión o atracción de partículas, para mantener estables las paredes de un pequeño hueco y deben ser lo suficientemente firmes para soportar las pequeñas presiones que se ejercen al excavar el hueco y al colocar el aparato en él, de tal manera que no se causen deformaciones ni desprendimientos.

Este método de ensayo no es adecuado para suelos orgánicos, saturados o muy plásticos, los cuales se deforman o se comprimen durante la excavación del hueco requerido para el ensayo. Es posible que este método de ensayo no sea adecuado para suelos formados por materiales granulares sueltos, que contengan cantidades apreciables de material grueso superior a 38mm (1½”) ni suelos granulares con altas relaciones de vacíos, los cuales no mantienen estables las paredes del hueco de ensayo. 1.5 Cuando los materiales probados contienen cantidades apreciables de partículas mayores a 38mm (1½”), o cuando se requiera que el volumen de hueco

sea superior a 2830 cm^3 (0.1 ft^3). Se excava manualmente un hueco en el suelo que se va a ensayar y todo el material del hueco se guarda en un recipiente. Se llena el hueco con arena de densidad conocida, la cual debe fluir libremente, y se determina el volumen. Se calcula la densidad del suelo húmedo, in situ, dividiendo la masa del material húmedo removido por el volumen del hueco. Se determina el contenido de humedad del material extraído del hueco y se calcula su masa seca y la densidad seca del suelo en el campo, usando la masa húmeda del suelo, la humedad y el volumen del hueco.



Figura 12. Ensayo Densidad de campo por el método del cono de arena

4.3.2 Ensayos de diseño de mezclas. Análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos INV E 213 – 13.

Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente.

Este método también se puede aplicar usando mallas de laboratorio de abertura redonda, y no se empleará para agregados recuperados de mezclas asfálticas.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y la aplicación de limitaciones regulatorias con anterioridad a su uso

Este método se usa principalmente para determinar la granulometría de los materiales propuestos que serán utilizados como agregados. Los resultados se emplean para determinar el cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones que son aplicables y para suministrar los datos necesarios para la producción de diferentes agregados y mezclas que contengan agregados. Los datos pueden también servir para el desarrollo de las relaciones referentes a la porosidad y el empaquetamiento.

La determinación exacta del material que pasa el tamiz de 75 μm (No.200) no se puede lograr mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear es el dado por la norma INV E – 214 "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200



Figura 13. Ensayo de granulometría de los agregados

Tamizando en la serie de tamices de porción Fina de un Suelo, luego de ser tamizado la muestra de suelo por los tamices superiores de los mismos.

Resistencia de la degradación de los agregados de tamaños menores de 37.5 (1 ½”) por medio de la máquina de los ángeles INV E – 218 – 13.

Este método se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1½”) por medio de la máquina de Los Ángeles.

El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

Para evaluar la resistencia al desgaste de los agregados gruesos, de tamaños mayores de 19 mm (3/4"), por medio de la máquina de Los Ángeles, deberá utilizarse la norma INV E – 219.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, el establecimiento de prácticas apropiadas de seguridad y salubridad, y la aplicación de limitaciones regulatorias con anterioridad a su uso.

Este ensayo ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados pétreos de similares composiciones mineralógicas. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones válidas entre fuentes marcadamente diferentes en origen, composición o estructura. Los límites de las especificaciones deben ser asignados con extrema precaución, considerando los tipos de agregados disponibles y su comportamiento histórico en aplicaciones finales específicas.

La muestra destinada al ensayo se obtendrá empleando el procedimiento descrito en la norma INV E – 201 y se reducirá a un tamaño adecuado para el ensayo, según la norma INV E – 202. 4.2 La muestra reducida se lava y se seca en horno a una temperatura constante comprendida entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$). 4.3 Se elige en la Tabla 2 la gradación más parecida al agregado que se va a usar en la obra. Se separa la muestra en las fracciones indicadas en la tabla, de acuerdo con la granulometría elegida se toma la cantidad de cada una de ellas, indicada en la Tabla 1 hasta obtener el requerimiento para el tamaño de la muestra total. Se registra la masa de la muestra total, aproximada a 1 g. Las muestras de las diferentes fracciones se unen para formar la muestra de ensayo.



Figura 14. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles.

Densidad, Densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino

INV – 222 – 13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk y aparente $23/23^{\circ}\text{C}$ ($73.4/73.4^{\circ}\text{F}$), así como la absorción de agregados finos.

Este método determina (después de 15 horas en agua) la gravedad específica bulk y la aparente como están definidas en la norma INV E – 223, la gravedad específica bulk basada en la masa saturada y superficialmente seca del agregado, y la absorción como está definida en la norma INV E – 223.

Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma el establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.



Figura 15. Ensayo absorción del agregado fino

**Densidad, densidad relativa (densidad y absorción) y absorción del agregado grueso
INV E- 223 -13.**

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk, bulk saturada y superficialmente seca y aparente, así como la absorción, después que los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No.4) han estado sumergidos en agua durante 15 horas. Este método de ensayo no se debe aplicar a agregados pétreos livianos.

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.



Figura 16. Ensayo absorción del agregado grueso

Porcentaje de partículas fracturadas en un agregado grueso INV E – 227 -13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso (sin incluir los vacíos entre ellas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m^3 (lb/ft^3), se expresa como seca al horno (SH), saturada superficialmente seca (SSS) o aparente. Además, la densidad relativa (gravedad específica) que es una cantidad adimensional se expresa como seca al ahorno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS) o aparente (gravedad específica) la densidad seca al horno (SH) y la densidad relativa seca al horno (SH) se deben determinar luego del secado del agregado. La densidad (SSS), la densidad relativa (SSS) y la absorción se determina de sumergir el agregado en agua durante un periodo específico.



Figura 17. Ensayo de caras fracturadas al agregado grueso

Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión INV E- 402 -13.

Esta norma tiene por objeto establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

Cuadro 6. Numero de capas requeridas por espécimen

| Tipo y Tamaño del Espécimen | Método de Consolidación | Numero de Capas de Aproximadamente igual espesor |
|---|--------------------------------|---|
| Cilindros: mm (pulg) | | Diámetro, |
| 75 a 100 (3 a 4) | apisonado | 2 |
| 150 (6) | apisonado | 3 |
| 225 (9) | apisonado | 4 |
| hasta 225 (9) | vibración | 2 |
| Prismas y Cilindros para Creep Horizontal mm (pulg) | | espesor, |

| | | |
|----------------|-----------|---------|
| hasta 200 (8) | apisonado | 2 |
| más de 200 (8) | apisonado | 3 ó mas |
| hasta 200 (8) | vibración | 1 |
| más de 200 (8) | vibración | 2 ó mas |

Formas de mezclar el concreto:

Mezcla con máquina: Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo del agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo, cuando ésta se requiera, según se indica en la Sección 5.4. Siempre que sea posible, el aditivo se debe dispersar en el agua antes de su adicción a la mezcla. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se adiciona n el agregado fino, el cemento y el agua, con la mezcladora en funcionamiento.

Si para una mezcla particular o para un determinado ensayo no resulta práctico incorporar al agregado fino, el cemento y el agua con la mezcladora funcionando, ellos se incluirán con la máquina detenida, luego de haberse permitido algunas revoluciones. Seguidamente se debe mezclar el concreto durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en funcionamiento durante 2 minutos de agitación final. Se debe cubrir el extremo abierto de la mezcladora para evitar la evaporación durante el período de reposo.

Mezcla manual: Se debe hacer la mezcla en una bandeja o vasija metálica, impermeable, limpia y húmeda, con un palustre despuntado de albañil, utilizando el siguiente procedimiento: Se debe mezclar el cemento, aditivo en polvo insoluble, si se va a utilizar, y el agregado fino sin adición de agua hasta que se logre una mezcla homogénea. Seguidamente, se adiciona el

agregado grueso mezclándolo sin adición de agua, hasta que se distribuya uniformemente en la mezcla. Se adicionan el agua y el aditivo soluble si se va a utilizar, y se mezcla la masa lo suficiente para obtener una mezcla de concreto homogénea y de consistencia deseada. Si se necesita mezclado prolongado debido que el agua se añade por incrementos para ajustar la consistencia, se debe descartar la bachada y efectuar otra en la cual el mezclado no sea interrumpido para hacer tanteos con la consistencia.

Cuadro 7. Diámetro de la varilla y número de golpes por capa

| CILINDROS | | |
|--|---|--|
| Diámetro del Cilindro en mm (pulg) | Diámetro de varilla en mm (pulg) | Numero de Golpes por Capa |
| 50 (2) a < 150 (6) | 10 (3/8) | 25 |
| 150 (6) | 16 (5/8) | 25 |
| 200 (8) | 16 (5/8) | 50 |
| 250 (10) | 16 (5/8) | 75 |
| VIGAS Y PRISMAS | | |
| Área de la Superficie Superior de la Muestra en cm² (pulg²) | Diámetro de varilla en mm (pulg) | Numero de Golpes por Capa |
| 160 (25) o menos | 10 (3/8) | 25 |
| 165 (26) a 310 (49) | 10 (3/8) | 1 por cada 7 cm ² (1 pulg ²) de área |
| 320 (50) o mas | 16 (5/8) | 1 por cada 14 cm ² (2 pulg ²) de área |
| CILINDROS DE CREEP HORIZONTAL | | |

| Diámetro del Cilindro en mm (pulg) | Diámetro de varilla en mm (pulg) | Numero de Golpes por Capa |
|---|---|---|
| 150 (6) | 16 (5/8) | 50 en total, 25 a lo largo de ambos lados del eje |



Figura 18. Ensayo de elaboración y curado de cilindros de concreto

Asentamiento Del Concreto Cemento Hidráulico (SLUMP) INV E – 404- 14.

Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio. Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor a 37.5 mm (1½") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37.5 mm (1½"), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de este tamaño según la norma INV E – 401 "Muestras de Concreto Fresco". Concretos que presenten asentamientos menores a 15mm (1/2") pueden no ser adecuadamente plásticos y concretos que presenten asentamientos mayores a 230mm (9")

pueden no ser adecuadamente cohesivos para que este ensayo tenga significado. Se debe tener precaución en la interpretación de estos resultados.

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

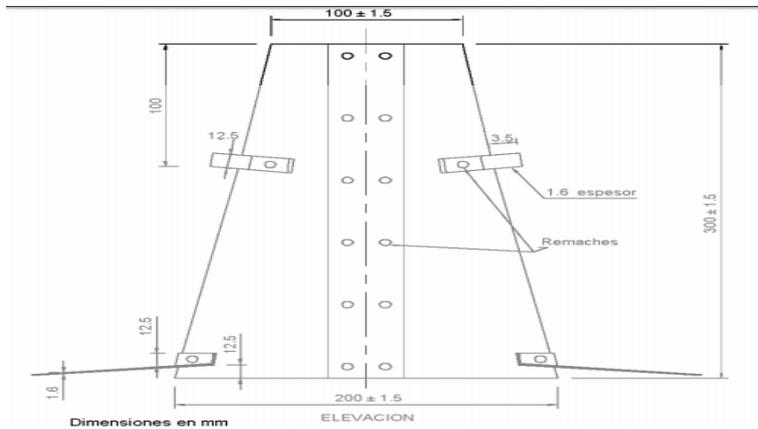


Figura 19. Molde para Determinar el Asentamiento

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.



Figura 20. Ensayo de Asentamiento del Concreto

La prueba de asentamiento es realizada con el fin de verificar que el asentamiento con el cual fue diseñada la mezcla se esté cumpliendo, en caso de que este no se cumpla se procede a realizar un ajuste por humedad.

4.3.3 Ensayos se pavimentos. CBR de suelos Compactados En el Laboratorio y Sobre Muestra Inalterada INV E – 148 – 14.

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de índice de resistencia de los suelos de subrasante, súbbase y base, denominado CBR (CBR (California Bearing RatioCalifornia Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19mm ($\frac{3}{4}$ ".).mm ($\frac{3}{4}$ ".).

El ensayo CBR se utiliza en el diseño de pavimentos, Este método de ensayo se emplea para evaluar la resistencia potencial de materiales de subrasante, súbbase y base, incluyendo materiales reciclados ,para su empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje.

Cuadro 8. Capacidad mínima de carga

| MAXIMO CBR QUE SE PUEDE MEDIR | CAPACIDAD DE CARGA MINIMA | |
|-------------------------------|---------------------------|-------|
| | (kN) | (lbf) |
| 20 | 11.2 | 2500 |
| 50 | 22.3 | 5000 |
| > 50 | 44.5 | 10000 |

Fuente. Inv e – 148 – 14

La máquina debe estar equipada con un dispositivo indicador de carga que tenga una aproximación de lectura adecuada para la máxima carga prevista durante la penetración. La aproximación de lectura deberá ser de 44 N (10 lbf) o menos, si la prensa tiene una capacidad de carga de 44.5 kN (10 kip) o más; deberá ser de 22 N (5 lbf) si la capacidad de carga es de 22.3 kN (5 kip), y deberá ser de 8.9 N (2 lbf) para una capacidad de carga mínima de 11.2 kN (2.5 kip).



Figura 21. Ensayo de CBR inalterado

Índice De Aplanamiento Y De Alargamiento De Los Agregados Para Carreteras I.N.V.

E – 230 – 13.

Esta norma se aplica a los agregados de origen natural o artificial, incluyendo los agregados ligeros y no es aplicable a los tamaños de partículas menores de 6.3mm ($\frac{1}{4}$ ") o mayores de 63 (2 $\frac{1}{2}$ ").

El material recibido en el laboratorio, se reduce por cuarteo hasta obtener una muestra representativa de ensayo de masa mínima acorde con la requerida para la prueba de granulometría. Se seca la muestra de ensayo a $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ hasta masa constante. Se deja enfriar. Se pesa y se registra su masa.

Cuadro 9. Masa mínima de Muestra de Ensayo (Acorde con la Requerida Para Granulometría)

| Máximo Tamaño Nominal con aberturas cuadradas | | Masa mínima de la muestra de ensayo |
|---|--------|-------------------------------------|
| mm | (Pulg) | kg |
| 9.5 | (3/8) | 1 |
| 12.5 | (1/2) | 2 |
| 19.0 | (3/4) | 5 |
| 25.0 | (1) | 10 |
| 37.5 | (1½) | 15 |
| 50.0 | (2) | 20 |
| 63.0 | (2½) | 35 |

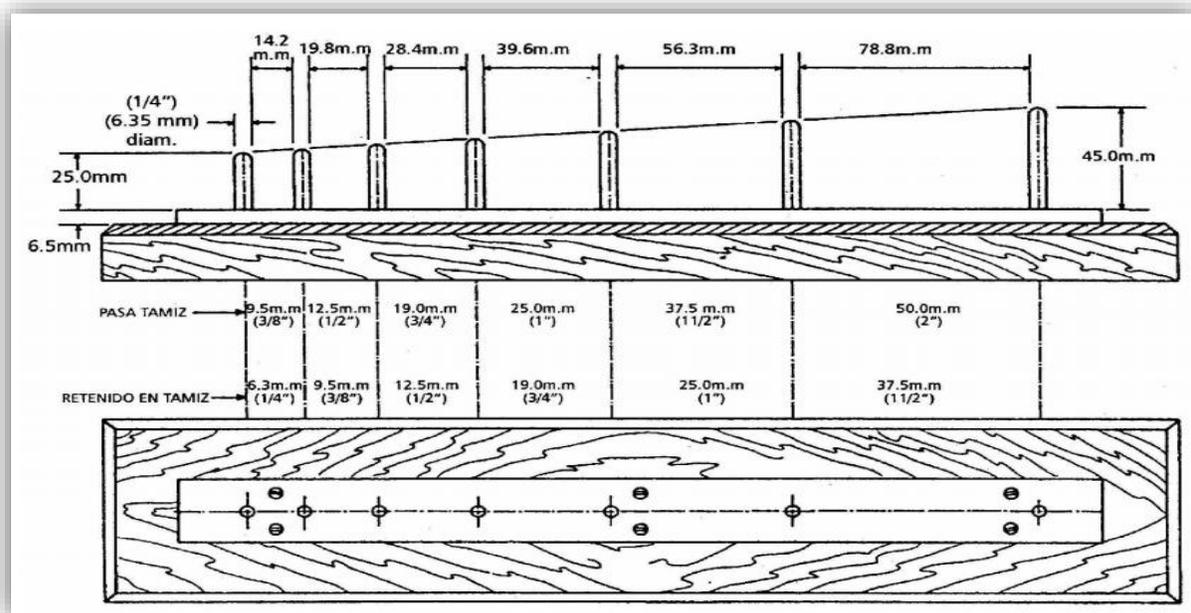


Figura 22. Calibrador de Alargamiento. Fuente: INV E – 230-14

Cuadro 10. Dimensiones de los Calibradores

| TAMICES | | | | Dimensiones del calibrador, (mm) | |
|------------------------|----------|---------------------------|----------|---|--|
| D_i , tamiz que pasa | | d_i , tamiz que retiene | | Aplanamiento (Abertura de la ranura) ⁽¹⁾ | Alargamiento (Separación de las barras) ⁽²⁾ |
| mm | (pulg) | mm | (pulg) | | |
| 63 | (2 1/2") | 50 | (2") | 33.9 | -- |
| 50 | (2") | 37.5 | (1 1/2") | 26.3 | 78.8 |
| 37.5 | (1 1/2") | 25 | (1") | 18.8 | 56.3 |
| 25 | (1") | 19 | (3/4") | 13.2 | 39.6 |
| 19 | (3/4") | 12.5 | (1/2") | 9.5 | 28.4 |
| 12.5 | (1/2") | 9.5 | (3/8") | 6.6 | 19.8 |
| 9.5 | (3/8") | 6.3 | (1/4") | 4.7 | 14.2 |

Fuente: INV E – 230-14

- (1) Esta dimensión es igual a 0.6 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.

- (2) Esta dimensión es igual a 1.8 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.

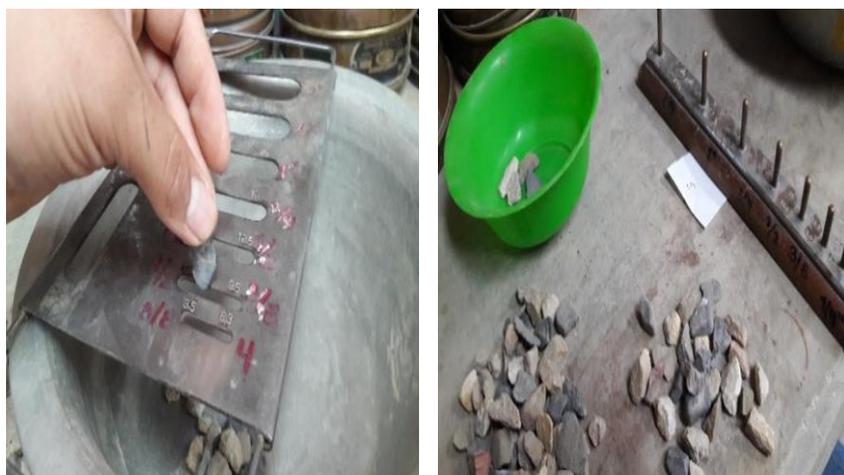


Figura 23. Ensayo de Alargamiento y Aplanamiento

Estabilidad y Flujo de Mezclas Asfálticas en Caliente Empleando el Equipo Marshall

IN V E – 748 – 13.

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de especímenes cilíndricos de mezclas asfálticas para pavimentación, empleando el aparato Marshall. El procedimiento se puede emplear tanto para el proyecto de mezclas en el laboratorio como para el control en obra de las mismas. El método es aplicable a mezclas elaboradas con cemento asfáltico y agregados pétreos con tamaño máximo menor o igual a 25.4 mm (1”).

El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de 101.6 mm (4”) de diámetro y 63.5 mm (2½”) de altura, preparadas como se describe en esta norma, rompiéndolas

posteriormente en la prensa Marshall y determinando su estabilidad y deformación. Si se desean conocer los porcentajes de vacíos de las mezclas así fabricadas, se determinarán previamente las gravedades específicas de los materiales empleados y de las probetas compactadas, antes del ensayo de rotura, de acuerdo con las normas correspondientes. Para determinar el contenido óptimo de asfalto para una gradación de agregados dada o preparada, se deberá elaborar una serie de probetas con distintos porcentajes de asfalto, de tal manera que, al graficar los diferentes valores obtenidos después de ser ensayadas, permitan determinar ese valor "óptimo".

Los agregados se deberán sacar hasta masa constante a una temperatura entre 105° C y 110° C (221° F y 230° F) y se separarán por tamizado en los tamaños deseados. En general se recomiendan las porciones que se indican a continuación, aunque las fracciones definitivas dependerán de los tamaños disponibles en la planta de producción:

Cuadro 11. Tamizado recomendado

| | |
|--------------------|---------------|
| 25.0 mm a 19.0 mm | (1" a 3/4") |
| 19.0 mm a 9.50 mm | (3/4" a 3/8") |
| 9.50 mm a 4.75 mm | (3/8" a No.4) |
| 4.75 mm a 2.36 mm | (No.4 a No.8) |
| Pasante de 2.36 mm | (No.8) |

Fuente: INV E – 748 – 14

La temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para las mezclas, será la requerida para producir una viscosidad de 170 ± 20 centiStokes. (1 centistoke = $1 \text{ mm}^2 / \text{s}$). La temperatura a la cual se deberá calentar el cemento asfáltico para que tenga una viscosidad de 280 ± 30 centiStokes, será la temperatura de compactación.



Figura 24. Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas

Para realizar el ensayo de estabilidad y flujo las briquetas son sometidas a baño maría durante 30 minutos para poder simular condiciones críticas para estas, luego de estar en baño maría son ensayadas para poder medir su estabilidad y flujo en el equipo de cargar axial.

Análisis granulométrico de los agregados extraídos de mezclas asfálticas I.N.V. e – 782

– 14

Esta norma se utiliza para determinar la gradación de los agregados extraídos de una mezcla asfáltica. Los resultados del ensayo sirven para determinar la conformidad de la granulometría con la especificación requerida y para proporcionar los datos necesarios en el control de la producción de los diferentes agregados usados en la fabricación de mezclas asfálticas.

Los tamices empleados serán de mallas con aberturas cuadradas e irán montados sobre bastidores adecuados para evitar pérdidas de material durante el tamizado. Se debe disponer de la serie de tamices para obtener la información deseada de acuerdo con la especificación. La estimación de la precisión para este método de prueba se presenta en la. Los valores en la Tabla son dados para diferentes rangos del porcentaje total de agregado que pasa un tamiz.

Cuadro 12. Precisión

| | Porcentaje total de material que pasa un tamiz | | % Desviación estándar (1s) | Rango aceptable de dos resultados, % (D2s) |
|-------------------------------------|--|------|----------------------------|--|
| Agregado extraído: ^a | | | | |
| <i>Precisión de simple operador</i> | < 100 | ≥ 95 | 0.49 | 1.4 |
| | < 95 | ≥ 40 | 1.06 | 3 |
| | < 40 | ≥ 25 | 0.65 | 1.8 |
| | < 25 | ≥ 10 | 0.46 | 1.3 |
| | < 10 | ≥ 5 | 0.29 | 0.8 |
| | < 5 | ≥ 2 | 0.21 | 0.6 |
| | < 2 | ≥ 0 | 0.17 | 0.5 |
| <i>Precisión Multilaboratorio</i> | < 100 | ≥ 95 | 0.57 | 1.6 |
| | < 95 | ≥ 40 | 1.24 | 3.5 |
| | < 40 | ≥ 25 | 0.84 | 2.4 |
| | < 25 | ≥ 10 | 0.81 | 2.3 |
| | < 10 | ≥ 5 | 0.56 | 1.6 |
| | < 5 | ≥ 2 | 0.43 | 1.2 |
| | < 2 | ≥ 0 | 0.32 | 0.9 |

^a Las precisiones estimadas son basadas en agregados con tamaños máximos nominales de 19 mm (3/4") a 9.5 mm (3/8").

Fuente: I.N.V. E – 782 – 14



Figura 25. Análisis granulométrico de Mezclas Asfálticas

Luego de realizarse la extracción de asfalto en la maquina centrifugadora se procede a dejar la muestra en el horno para poder eliminar cualquier cantidad de disolvente pétreo, pasadas las 24 horas en el horno se pesa para saber cuál es la cantidad de asfalto exacta que contenía esta mezcla asfáltica, luego se procede a realizar el análisis granulométrico para determinar el tamaño de las partículas que contiene y si cumple con lo especificado.

5. Conclusiones

Los estudiantes asesorados en laboratorio de suelos civiles afianzan sus conocimientos gracias a la práctica de ensayos en este mismo bajo la dirección del director de laboratorio y estudiantes de pasantía.

Al realizar las labores como asistente técnico administrativo en los proyectos desarrollados en el laboratorio se pudo adquirir un mayor conocimiento en temas relacionados con la carrera.

En conclusión, es fundamental el apoyo técnico a los docentes del área.

6. Recomendaciones

Es recomendable que los profesores sigan realizando sus cronogramas de sus prácticas y temas a dictar para así poder agilizar la entrega de equipos.

Concientizar a los alumnos de terminar los ensayos y no dejarlos a medias, dejar muestras en los hornos u ocupar equipos, son muchos los alumnos que también necesitan realizar sus prácticas y ensayos.

Ubicar las muestras o materiales ordenadamente en el laboratorio con tal de no obstaculizar los pasillos y espacios que se necesitan en este.

Referencias bibliográficas

Apuntes de Ingeniería Civil. (10 de marzo de 2011). *Limites de limites de Atterberg: Ensayo para Determinar el Límite Líquido*. Obtenido de <https://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/03/limites-de-atterberg-ensayo-limite.html>

Gómez, J. (2004). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. de la Universidad Francisco de Paula Santander, modalidad pasantía*. Sn José de Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.

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*. Cúcuta:: Universidad Francisco de Paula Santander.

La Librería del Ingeniero. (s.f.). *Conceptos Básicos de Pavimentos*. Obtenido de <https://www.libreriaingeniero.com/2020/06/conceptos-basicos-de-pavim>

Pérez, J. (2010). *Asistente Técnico Administrativo de Proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles. Trabajo de grado modalidad pasantía*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.

Piedrahita, J. (2004). *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.

Universidad Tecnológica de Los Ander. (s.f.). *Limites de consistencia*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/jonatantrujillo1/limites-de-consistencia-73228733>

Vega, M. (2005). *Pasantía caracterización de la malla vial de las comunas 3 y 4 de la ciudad de Cúcuta*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander .