

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS	CÓDIGO	FO-GS-15	
		VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): KARLA DANIELA APELLIDOS: PINTO MENDOZA

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S): OSCAR ALBERTO APELLIDOS: DALLOS LUNA

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

RESUMEN

En este trabajo de grado en la modalidad de pasantía desarrollado en el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander en el segundo semestre del 2022. se recopila el trabajo que se llevó a cabo como asistente técnico académico del laboratorio de suelos y así mismo destacar las actividades ejecutadas y los proyectos que se adelantan en el mismo.

PALABRAS CLAVES:

Laboratorio, suelo, normas, in vias.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 58 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM:

**PASANTIA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER COMO
ASISTENTE TECNICO ACADEMICO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES**

KARLA DANIELA PINTO MENDOZA

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

2022

**PASANTIA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER COMO
ASISTENTE TECNICO ACADEMICO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES**

KARLA DANIELA PINTO MENDOZA

CODIGO:1921585

**Proyecto presentado como requisito para optar al título
de tecnólogo en Obras Civiles**

DIRECTOR

OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

Licenciado en Educación Énfasis Áreas Tecnológicas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022



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

HORA: 4:00 P.M.

FECHA: 16 de diciembre 2022

LUGAR: SC 302- UFPS

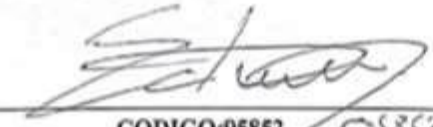
JURADOS: EDWIN ALEXANDER ROJAS RAMIREZ
VICTOR ORLANDO MUTIS SERRANO


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

DIRECTOR: OSCAR ALBERTO DALLOS LUNA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
KARLA DANIELA PINTO MENDOZA	1921585	4.2 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS


CODIGO:05852 05852
EDWIN ALEXANDER ROJAS RAMIREZ


Cod 02225.
CODIGO:02225
VICTOR ORLANDO MUTIS SERRANO


VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADORA COMITÉ CURRICULAR

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA	11
1.1 TITULO	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 JUSTIFICACION	12
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	13
1.5.1 Alcances	13
1.5.2 Limitaciones	13
1.6 DELIMITACIONES	13
1.6.1 Delimitación Espacial	13
1.6.2 Delimitación Temporal	13
2. MARCO REFERENCIAL	14
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.2 MARCO TEORICO	15
2.2.1 Mecánica de Suelos	15
2.2.2 Importancia de las pruebas de Laboratorio	16
2.2.3 Pavimentos	16
2.2.4 Características que debe reunir un pavimento	17

2.2.5	Clasificación de los pavimentos	17
2.3	MARCO CONCEPTUAL	19
2.4	MARCO CONTEXTUAL	19
2.5	MARCO LEGAL	20
3.	DISEÑO METODOLOGICO	21
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
3.2	POBLACION Y MUESTRA	21
3.3	INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACIÓN	21
3.3.1	Información Primaria	21
3.3.2	Información Secundaria	21
3.4	TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	22
3.5	PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	22
4.	ACTIVIDADES CUMPLIDAS EN EL PROYECTO	23
4.1	ACTIVIDADES TECNICO ACADEMICAS	23
4.2	ASESORIA A LOS ESTUDIANTES QUE ADELANTAN PRACTICAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES	24
4.3	ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES	25
4.4	ASISTENCIA DE SERVICIOS	45
4.5	PROYECTOS QUE SE ADELANTAN EL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES	48
	CONCLUSIONES	50
	RECOMENDACIONES	51

BIBLIOGRAFIA

52

ANEXOS

53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal del material	26
Tabla 2. masa mínima de la muestra de agregado grueso para el análisis granulométrico	27
Tabla 3. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas.	29
Tabla 4. Precisión	33
Tabla 5. Cantidades mínimas para ensayo	35
Tabla 6. Correlaciones entre el índice PDC (mm/golpe) y el CBR	36
Tabla 7. Asistencia al laboratorio	45

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Curva Densidad seca	38
Ilustración 2. Lavado por tamiz N° 200	53
Ilustración 3. Granulometría	53
Ilustración 4. Humedad natural	54
Ilustración 5. Límites líquidos	54
Ilustración 6. Gravedad específica y absorción del agregado grueso	54
Ilustración 7. Gravedad específica y absorción del agregado fino	55
Ilustración 8. Penetrómetro dinámico	55
Ilustración 9. CBR muestra inalterada	56
Ilustración 10. Masa unitaria suelta y compacta del agregado grueso	57
Ilustración 11. Masa unitaria suelta y compacta del agregado fino	57
Ilustración 12. Densidad método cono de arena	57
Ilustración 13. Desgaste máquina de los ángeles	58
Ilustración 14. Corte directo	58

INTRODUCCIÓN

La formación del estudiante de Tecnología en Obras Civiles debe ser orientada, tanto en conceptos teóricos como en el desarrollo de actividades prácticas, que conlleva al ejercicio profesional, permitiendo así la interacción del estudiante con su entorno social.

Como elemento esencial para obtener el título de Tecnólogo en Obras Civiles se presenta el siguiente anteproyecto, teniendo en cuenta la reglamentación contemplada en el artículo 140 del estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Las actividades que se realizan y que están enmarcadas dentro del contexto del anteproyecto, se encaminan a brindar asistencia técnico académico en las labores que adelanta el Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, en materia de investigación y extensión a la comunidad, así como los convenios en curso, con los diferentes entes institucionales.

Este anteproyecto otorga capacitación y experiencia profesional al estudiante, el cual puede contribuir con los conocimientos obtenidos durante el transcurso de la carrera, aplicándolos en una forma práctica para resolver las diferentes inquietudes o problemas que pueden presentarse durante el desarrollo de las actividades en el Laboratorio de Suelos y así, dar planteamiento de posibles soluciones a ellos.

1. PROBLEMA

1.1. TITULO

PASANTIA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER COMO ASISTENTE TECNICO-ACADEMICO DEL LABORATORIO DE SUELOS CIVILES.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Francisco de Paula Santander, al retornar a sus actividades académicas de forma presencial después de dos años, y al habilitarse nuevamente el Laboratorio de Suelos Civiles, el flujo de trabajo académico y actividades practicas a desarrollar en él, han incrementado.

En virtud del volumen de trabajo académico y técnico que se presenta en el Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad, se ha solicitado la asignación de un estudiante de último semestre de Tecnología en Obras Civiles para la realización de diferentes funciones técnico académicas, que permitan y faciliten el desarrollo de las funciones que se llevan a cabo en el laboratorio, además de actuar como apoyo para los estudiantes de Obras Civiles e Ingeniería Civil en sus diferentes modalidades, con el propósito de ofrecer el conocimiento necesario para el correcto desarrollo de sus actividades dentro de las instalaciones del Laboratorio de Suelos Civiles y así progresar en su carrera como profesionales.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Desempeñar las actividades relacionadas a la pasantía en la universidad Francisco de paula Santander como asistente técnico académico del laboratorio de suelos civiles.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Ejecutar las actividades que vayan dirigidas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Proporcionar apoyo técnico académico a los docentes y alumnos que adelantan prácticas de laboratorio.
- Contribuir en la realización de los diferentes ensayos o laboratorios solicitados, así como es en la toma de muestras y actividades asociadas.
- Brindar asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles e Ingeniería Civil, modalidad presencial y distancia que realizan prácticas en el laboratorio.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es evidente que la falta de conocimientos sobre suelos genera un déficit en la formación teórica de los profesionales; el Presente trabajo, considera como fundamental la labor académica, determinada mediante el desarrollo de la actividad teórico práctica e investigativa de la Universidad Francisco de Paula Santander, la formación de estudiantes con actitud responsable frente a los hechos y deberes sociales , apoyados en el alcance de los distintos procesos investigativos y su extensión a la comunidad.

El llevar a cabo las prácticas en el laboratorio de suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander, contribuye al cumplimiento de los parámetros previamente pactados y a dar la solución más efectiva a los problemas que allí se presenten.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances.

Este proyecto tiene como finalidad contrarrestar las necesidades que se presenten en el laboratorio de suelos civiles en el transcurso del segundo 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 objetivo el mejoramiento de las condiciones de los servicios y así mismo responder a los compromisos adquiridos por la Universidad.

1.5.2 Limitaciones.

El proyecto está sujeto directamente a la programación y al cronograma de actividades específicas, elaborado por el laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander y el director de pasantía, para la realización de los diferentes proyectos.

La movilización para la toma de muestras, obedecerá las asignaciones dadas al laboratorio de suelos civiles y la división de servicios académicos

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES

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

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

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

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

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1 Mecánica de los suelos.

Es una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa e indirectamente al conocimiento del suelo, en los diferentes terrenos sobre los cuales se van a erigir estructuras de índoles variable, por diversas razones, el hombre ha estudiado durante siglos el suelo donde vive, presentando teorías sobre las presiones del mismo y sobre métodos para determinar la capacidad de carga para diversos tipos de cimentaciones, sin embargo, se puede decir que quien organizó los conceptos y los hizo crecer hasta formar una rama de la ingeniería civil?.

El objetivo de esta asignatura es el estudio de las propiedades y caracterización del suelo con los ensayos pertinentes. Estudio del comportamiento mecánico del suelo. Estudio del comportamiento del terreno y su influencia sobre las estructuras: taludes, cimentaciones, empujes en muros y pantallas.

Este estudio es el que nos permite llevar a cabo grandes obras, cimentadas o apoyadas de manera directa sobre el suelo. La inmensa mayoría de las estructuras llevan consigo una estrecha relación con el suelo por ser este el soporte de sus elementos más importantes convirtiéndose en parte fundamental para lograr su más eficiente comportamiento, siendo básico su profundo y amplio análisis.

La interpretación científica nos lleva a estar cada vez más cerca de la comprensión de un elemento tan complicado e impredecible como es el suelo, elemento en el que se ven variaciones de sus propiedades en todas sus extensiones.

Además de la incidencia de aspectos como el clima y su historia de esfuerzos, observando con todos esto lo difícil que puede ser llegar a controlarlo.

2.2.2 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 aplicarla 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 muestras que identifiquen la totalidad del material que se verá comprometido. Todo esto permitirá resultados eficientes y considerables ahorros de tiempo y dinero.

2.2.3 Pavimento.

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas construcciones estratificadas se apoyan sobre la subrasante de vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

2.2.4 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. 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 longitud, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- 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.

2.2.5 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 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 subrasante o sobre una capa de material seleccionado la cual se denomina subbase 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 subrasante. 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.
- Pavimento articulado: un pavimento articulado está compuesto por una capa de rodadura de adoquines de concreto; la capa de base y la de subbase cuando la anterior exista y opcionalmente una capa de mejoramiento de la subrasante. Es importante que este tenga unas restricciones laterales de confinamiento adecuadas.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

LIMITE LÍQUIDO.

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

LIMITE DE PEGAJOSIDAD.

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

MECÁNICA DE SUELOS.

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

LIMITE PLÁSTICO.

Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

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 Térreos, el cual se encuentra ubicado a un costado de la cancha de futbol de la institución. Se les brinda asistencia técnica a los alumnos de Ingeniería Civil de cuarto a octavo semestre, y a los alumnos de Tecnología en Obras Civiles de tercero a quinto semestre.

2.5 MARCO LEGAL

El Consejo Superior Universitario dispuso mediante el acuerdo N. 065, el Estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander, el día 26 de agosto de 1996 en donde, el artículo 140, establece y explica las distintas alternativas que posee el estudiante para desarrollar su trabajo de grado como pre-requisito para recibir su título tecnológico o profesional.

El artículo 140 del Estatuto Estudiantil, mediante acuerdo N.069, que se aprobó en sesión del Consejo Superior Universitario el 5 de septiembre de 1997, reglamenta el literal f del artículo 2.

Literal 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 destrezas y aprendizaje que complementen su formación.

Artículo 5: Cada una de las modalidades de trabajo de grado definidas en los literales “d”, “e” “f” y “g” del artículo 2 de acuerdo deberán tener una duración mínima de un semestre académico y una intensidad horaria no menor de 300 horas.

DISEÑO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.

Para el presente proyecto se ejecutará una investigación de orden descriptiva, debido a que dichos trabajos apuntan a la explicación de un fenómeno, proceso o situación mediante el estudio del mismo, en una situación determinada bajo distintos factores.

El trabajo se desarrolla recolectando información, para su adecuado tratamiento y aplicación en cada caso y así poder tomar la mejor decisión para resolver.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

Se proporcionará la asistencia técnica a los alumnos de distintos programas institucionales tales como: Ingeniería Civil, Ingeniería de Minas, Tecnología en obras civiles, siendo aproximadamente quinientos alumnos por semana además de los 8 profesores del área de geotecnia, quienes forman parte del cuerpo de docentes adscritos a las distintas ingenierías ofrecidas por la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION

En cuanto a la recolección de información, se usarán distintos formatos de captura de algunos datos ya obtenidos, bien sea en el terreno objeto de estudio o en el laboratorio de suelos civiles.

3.3.1 Información Primaria.

Esta misma es obtenida directamente del Laboratorio, además de la información referente a la base de datos que posee esta dependencia, la cual sirve de inicio para recuperar 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.

1. Ensayo de Humedad
2. Ensayo de Granulometría
3. Masa unitaria
4. Peso unitario
5. Densidad específica
6. Lavado sobre tamiz 200
7. Proctor
8. CBR

3.5 PRESENTACION Y ANALISIS 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 académicas

✓ Se llevo a cabo la limpieza y organización del laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander, con el objetivo de entregar en excelente estado el laboratorio, sus herramientas y equipos a los estudiantes que requieran de sus servicios para la ejecución de los ensayos.

Dentro de las actividades realizadas en el laboratorio encontramos:

- Limpieza
- Verificación del estado de las herramientas y equipos de trabajo
- Inventario y organización de las herramientas y equipos de trabajo
- Adecuación del ambiente de trabajo

✓ Agenda y distribución de horarios en los que los alumnos adscritos a las carreras de Tecnología en Obras civiles, Ingeniería Civil, e Ingeniería en Minas, debían hacer uso del laboratorio de suelos.

✓ Control del uso adecuado de los implementos de seguridad que deben usar los alumnos, al desarrollar cada ensayo de laboratorio

✓ Control de asistencia de los alumnos al desarrollo de los ensayos

✓ Despacho y recolección de las herramientas y equipos de trabajo necesario para la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes a las materias:

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

- Pavimentos

En el laboratorio de suelos se dispuso un salón para la utilización de los estudiantes, el cual se les entrega en óptimas condiciones. Como requisito para la entrega de herramientas y equipos de trabajo requeridos por los alumnos para el desarrollo de cada ensayo; se le solicita a cada grupo el carnet de un estudiante para ser identificado y llevar a cabo el control de los elementos prestados además de que si causan algún daño se hagan responsable de ello.

Al culminar el ensayo, las herramientas y los equipos que fueron entregados a los alumnos en óptimas condiciones deben regresar de la misma forma, al igual que el salón que se dispuso para ellos. Esto se realiza con el fin de evitar discusiones con los estudiantes.

Adicionalmente se lleva una lista con los nombres de los estudiantes presentes en el momento de la realización del ensayo, con nombre, código, fecha, materia y profesor asignado; en caso de que el maestro solicite dicha lista, es entregada.

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

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

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

(materias adscritas a la Facultad de Ingeniería civil, Tecnología en Obras Civiles en la modalidad presencial, Tecnología en construcciones civiles, distancia y proyectos de grados que se

adelantan en el laboratorio.)

Se les brinda a los estudiantes asesorías en conceptos básicos de cada uno de los ensayos a realizar, además del cuidado y manejo de los equipos de trabajo del laboratorio; así mismo se les hace acompañamiento en todo el desarrollo del ensayo en pro de que apliquen las metodologías correspondientes y los resultados sean los más acertados.

Toda información impartida (conceptos y metodologías) a los estudiantes es tomada de las normas INVIAS (Instituto Nacional de Vías)

4.3 Ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos Civiles

✓ Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 micras (no.200) en los agregados pétreos mediante lavado.

(Norma INV E-214-13)

Esta norma describe el procedimiento para determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) en un agregado. Durante el ensayo, se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75 μm (No.200), tales como limo, arcilla, polvo de los agregados y materiales solubles en el agua.

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 μm (No. 200), del material grueso. Si no se especifica lo contrario, se deberá usar el procedimiento A (sólo agua).

Esta norma reemplaza la norma INV E-214-07.

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

Se mezcla completamente la muestra y luego se reduce por cuarteo hasta un tamaño adecuado, de acuerdo con el tamaño máximo del material. Si la muestra va a ser sometida a

tamizado en seco, la masa mínima de muestra para ensayo será la indicada en las secciones aplicables de la norma INV E– 213. En caso contrario, la masa de la muestra, luego de secada, no

Tabla 1. Cantidades de masa mínima según el tamaño máximo nominal del material

Fuente: INVIAS

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	MASA MÍNIMA (g)
4.75 mm (No. 4) o menor	300
Mayor de 4.75 mm (No. 4), hasta 9.5 mm (3/8")	1000
Mayor de 9.5 mm (3/8"), hasta 19.0 mm (¾")	2500
Mayor de 19.0 mm (¾")	5000

será menor que la indicada en la siguiente lista:

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

RESUMEN

Se lava de una manera prescrita 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 del tamiz de 75 μm (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 de 75 μm (No. 200) obtenido por lavado.

✓ **Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino**

(Norma 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.

Esta norma reemplaza la norma INV E–213–07.

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.

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 para ello, es el indicado en la norma INV E-214.

Las muestras para el ensayo 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 según:

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

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

Tabla 2. masa mínima de la muestra de agregado grueso para el análisis granulométrico

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 (½)	2 (4)
19.0 (¾)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125.0 (5)	300 (660)

RESUMEN

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

✓ **Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo -agregado**

(Norma INV E – 122 – 13)

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

La norma incluye dos métodos para determinar el contenido de agua, los cuales difieren en el número de cifras significativas con las cuales se deben presentar los resultados y en la masa de material requerido. El método por usar debe ser indicado por el cliente. Si éste no lo hace, se usará el Método A.

Método A – El contenido de agua, por masa, se debe registrar con aproximación a 1 %. Para casos en que se presente discusión en relación con los resultados, el Método A se deberá tomar como referencia.

Método B – El contenido de agua, por masa, se debe registrar con aproximación a 0.1 %. Esta norma reemplaza la norma INV E-122-07.

La masa mínima del espécimen del material húmedo seleccionado como representativo del total de la muestra, se debe escoger en función (1) del tamaño máximo de partícula que haya sido determinado por examen visual, y (2) del método adoptado para el registro de los datos (Método A o Método B). La masa mínima de la muestra y la capacidad de lectura que debe tener

la balanza utilizada para pesar las muestras, deberán estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla

3.

Tabla 3. Requisitos sobre la masa mínima de los especímenes de ensayo y la lectura de las balanzas.

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 DEL ESPÉCIMEN	LECTURA DE LA BALANZA (g)
75.0	3"	5 kg	10	50 kg	10
37.5	1½"	1 kg	10	10 kg	10
19.0	¾"	250 g	1	2.5 kg	1
9.5	3/8"	50g	0.1	500 g	0.1
4.75	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

RESUMEN

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 seca.

✓ **Determinación del límite líquido de los suelos**

(Norma INV E – 125 – 13)

Esta norma se refiere a la determinación del límite líquido de los suelos. Se presentan dos métodos para preparar las muestras de prueba: por vía húmeda, y por vía seca, El método por utilizar deberá ser especificado por el cliente. Si no se especifica ninguno, se empleará la preparación por vía húmeda.

La norma presenta dos métodos para determinar el límite líquido: el Método A, que consiste en un ensayo de varios puntos; y el Método B, consistente en un ensayo de un solo

punto. El método por utilizar será especificado por el cliente. Si no se especifica ninguno, se deberá emplear el Método A.

El método multipunto es, por lo general, más preciso que el de un solo punto. Se recomienda que aquel se emplee en los casos donde los resultados puedan ser objeto de discusión o cuando se requiera una buena precisión.

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

La correlación a partir de la cual se basan los cálculos del método de un punto puede resultar inválida en ciertos suelos, tales como los orgánicos o los que se presentan en ambiente marino. Se recomienda que el límite líquido de estos suelos se determine mediante el método multipunto.

El método descrito en esta norma se debe aplicar únicamente sobre la porción de suelo que pasa el tamiz de 425 μm (No. 40). Por lo tanto, se deberá considerar la contribución relativa de esta fracción de suelo a las propiedades de la muestra como conjunto, cuando se usen estos ensayos para evaluar las propiedades de un suelo.

A los fines de comparar valores medidos o calculados con límites especificados, el valor medido o calculado se deberá redondear al dígito significativo más próximo al del límite especificado.

Esta norma reemplaza la norma INV E-125-07.

RESUMEN

Se procesa la muestra de suelo para remover cualquier porción retenida en el tamiz de 425 μm (No. 40). El límite líquido se determina mediante tanteos, en los cuales una porción de la

muestra se esparce sobre una cazuela de bronce que se divide en dos partes con un ranurador, permitiendo que esas dos partes fluyan como resultado de los golpes recibidos por la caída repetida de la cazuela sobre una base normalizada. El límite líquido multipunto, Método A, requiere 3 o más tanteos sobre un rango de contenidos de agua, cuyos resultados se dibujan para establecer una relación a partir de la cual se determina el límite líquido. El método de un punto, Método B, usa los datos de dos tanteos realizados con un solo contenido de agua, multiplicado el valor obtenido por un factor de corrección.

✓ **Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos**

(Norma INV E – 126 – 13)

Esta norma de ensayo se refiere a la determinación del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos.

El método descrito en esta norma se debe aplicar únicamente sobre la porción de suelo que pasa el tamiz de 425 μm (No. 40). Por lo tanto, se deberá considerar la contribución relativa de esta fracción de suelo en las propiedades de la muestra como conjunto, cuando se usen los valores de límite plástico e índice de plasticidad para evaluar las propiedades de un suelo.

El ensayo del límite plástico se realiza sobre el mismo material preparado para la determinación del límite líquido. El secado previo del material en horno, estufa o al aire, puede cambiar (generalmente disminuir) el límite plástico de un suelo con material orgánico, aunque este cambio puede ser poco importante.

A los fines de comparar valores medidos o calculados con límites especificados, el valor medido o calculado se deberá redondear al dígito significativo más próximo al del límite especificado.

Esta norma reemplaza la norma INV E-126-07.

RESUMEN

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.

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

(Norma INV E – 222 – 13)

Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para determinar la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino (sin incluir los vacíos entre ellas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m³ (lb/pie³), se expresa como seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS) o aparente. Además, la densidad relativa (gravedad específica), que es una cantidad adimensional, se expresa como seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS) o aparente (gravedad específica aparente). 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 determinan luego de sumergir el agregado en agua durante un período especificado.

El ensayo descrito en esta norma se usa para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y suministra el valor promedio que representa la muestra. Se debe establecer distinción entre la densidad de las partículas de agregado determinadas mediante este método de ensayo, y la densidad bulk de los agregados

determinada a través de la norma INV E-217, la cual incluye el volumen de los vacíos entre las partículas del agregado.

El método de ensayo descrito en esta norma no es aplicable a agregados livianos.

Esta norma reemplaza la norma INV E-222-07.

Tabla 4. Precisión Fuente: INVIAS

PARÁMETRO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (1 σ)	RANGO ACEPTABLE DE DOS RESULTADOS (0.2 σ)
<i>Precisión de un solo operador:</i>		
Densidad (SH), kg/m ³	11	13
Densidad (SSS), kg/m ³	9.5	27
Densidad aparente, kg/m ³	9.5	27
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0.011	0.032
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0.0095	0.027
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0.0095	0.027
Absorción, % [^]	0.11	0.31
<i>Precisión varios laboratorios:</i>		
Densidad (SH), kg/m ³	23	64
Densidad (SSS), kg/m ³	20	56
Densidad aparente, kg/m ³	20	56
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0.023	0.066
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0.020	0.056
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0.020	0.056
Absorción, % [^]	0.23	0.66

RESUMEN

Se sumerge en agua una muestra del agregado durante un período de 24 ± 4 h, para llenar sus poros permeables. Una vez retiradas del agua, las partículas del agregado se secan superficialmente y se determina su masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y se determina su volumen por el método gravimétrico o el volumétrico. Finalmente, la muestra se seca al horno y se determina su masa seca. Usando los valores de masa obtenidos y las fórmulas incluidas en esta norma, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado

✓ **Densidad, Densidad Relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso**

(Norma INV E – 223 – 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 y superficialmente seca (SSS) o aparente. Además, la densidad relativa (gravedad específica), que es una cantidad adimensional, se expresa como seca al horno (SH), saturada y superficialmente seca (SSS) o aparente (gravedad específica aparente). 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 determinan luego de sumergir el agregado en agua durante un período especificado.

El ensayo descrito en esta norma se usa para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y suministra el valor promedio que representa la muestra. Se debe establecer distinción entre la densidad de las partículas de agregado determinadas mediante este método de ensayo, y la densidad bulk de los agregados determinada a través de la norma INV E-217, la cual incluye el volumen de los vacíos entre las partículas del agregado.

El método de ensayo descrito en esta norma no es aplicable a agregados livianos.

Esta norma reemplaza la norma INV E-223-07.

Tabla 5. Cantidades mínimas para ensayo Fuente: INVIAS

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE 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

RESUMEN

Se sumerge en agua una muestra del agregado durante un período de 24 ± 4 h, para llenar sus poros permeables. Una vez retiradas del agua, las partículas del agregado se secan superficialmente y se determina su masa. Posteriormente, se determina el volumen de la muestra por el método de desplazamiento de agua. Finalmente, la muestra se seca al horno y se determina su masa seca. Usando los valores de masa obtenidos y las fórmulas incluidas en esta norma, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado.

✓ **Uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad**

(Norma INV E – 172 – 13)

Este método de ensayo cubre la medida de la rata de penetración del penetrómetro dinámico de cono (PDC) con un martillo de 8 kg (17.6 lb), a través de un suelo inalterado o de materiales compactados. La rata de penetración puede ser relacionada con valores de resistencia in-situ, tales como el CBR (California Bearing Ratio). La masa unitaria del suelo también se puede estimar (nota 1) si se conocen el tipo de suelo y su contenido de agua. El PDC descrito en

esta norma de ensayo es utilizado principalmente en aplicaciones relacionadas con pavimentos.

Este método de ensayo permite el uso opcional de un martillo deslizante de 4.6 kg (10.1 lb) en lugar del de 8 kg (17.6 lb), si este último produce una penetración excesiva en suelos muy blandos.

Esta norma reemplaza la norma INV E-172-07.

Tabla 6. Correlaciones entre el índice PDC (mm/golpe) y el CBR
Fuente: INVIAS

AUTOR	CORRELACIÓN ^A	OBSERVACIONES
Kleyn y Van Heerden	$CBR = 428.5(PDC)^{-1.28}$	
TRL Overseas Road Note 8	$CBR = 302(PDC)^{-1.057}$	
Cuerpo de Ingenieros (USA)	$CBR = 292(PDC)^{-1.12}$ $CBR = 58.8(PDC)^{-2.0}$	No aplica a suelos CL con CBR < 10, ni a suelos CH Aplica a suelos CL con CBR < 10
MOPT Colombia (1992)	$CBR = 348.3(PDC)^{-1.0}$ $CBR = 567.0(PDC)^{-1.40}$	Aplica a suelos CH

RESUMEN

El operador dirige la punta del PDC dentro del suelo, levantando el martillo deslizante hasta la manija y soltándolo para que caiga libremente hasta golpear el yunque. La penetración total para un determinado número de golpes es medida y registrada en términos de milímetros por golpe, valor que se utiliza para describir la rigidez, para estimar un valor de la resistencia CBR in-situ a través de una correlación apropiada o para establecer otras características del material.

✓ **CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada**

(Norma INV E – 148 – 13)

Esta norma describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base, denominado CBR (California Bearing Ratio). Este método de ensayo está proyectado, aunque no limitado, para la evaluación de la resistencia de materiales que contengan tamaños máximos de partículas de menos de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "). 1 cuando se van a ensayar materiales con partículas de tamaño máximo mayor de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), este método de ensayo provee una forma de modificar la gradación del material, de manera que el usado para las pruebas pase en su totalidad por el tamiz de 19.0 mm ($\frac{3}{4}$ "), a la vez que mantiene constante la fracción del total de la grava entre 75 mm (3") y 4.75 mm (No. 4). Aunque tradicionalmente se ha empleado este método de preparación de especímenes para evitar el error inherente en el ensayo de materiales que contienen partículas gruesas en el equipo de prueba de CBR, el material modificado puede tener propiedades de resistencia significativamente diferentes a las del material original. Sin embargo, se ha desarrollado una gran base de experiencia usando este método para materiales en los cuales la gradación ha sido modificada y están en uso métodos satisfactorios de diseño, basados en los resultados de pruebas usando este procedimiento.

La experiencia ha demostrado que los resultados del ensayo CBR para aquellos materiales que contienen porcentajes sustanciales de partículas retenidas en el tamiz 4.75 mm (No. 4), son más variables que los de los materiales más finos. En consecuencia, se pueden requerir más pruebas para estos materiales, con el fin de establecer un valor confiable de CBR.

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

INVIAS E - 148 Instituto Nacional de Vías Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras E

148 - 2 porcentaje del peso unitario seco máximo obtenido en el ensayo normal de compactación (INV E-141) o en el ensayo modificado (INV-142); pero, también, se puede operar en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno (Ver Anexo A).

La entidad que exija la ejecución de ensayos de acuerdo con esta norma, deberá indicar la humedad (o rango de humedades) y el peso unitario seco para el cual desea conocer el valor del CBR del suelo.

A menos que el cliente especifique algo en contrario, todos los especímenes ensayados por este método deberán ser sometidos a inmersión antes de la penetración.

Esta norma reemplaza la norma INV E-148-07

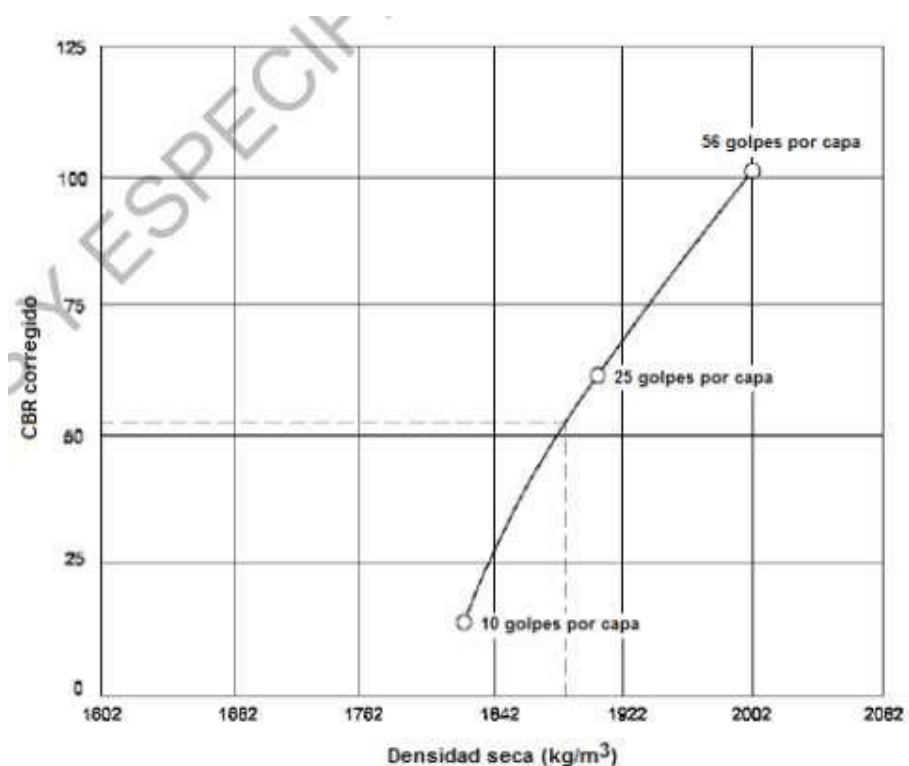


Ilustración 1. Curva Densidad seca

Fuente: INVIAS

RESUMEN

El ensayo 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 requirió para penetrar las mismas profundidades una muestra patrón de grava bien gradada.

Este método se emplea para determinar el CBR de una muestra compactada en un molde especificado. Es de responsabilidad de quien exige la ejecución de ensayos de acuerdo con esta norma, especificar la finalidad del ensayo para satisfacer sus protocolos o los requerimientos específicos del diseño. Entre las posibles finalidades se pueden mencionar las siguientes:

El ensayo se debe realizar sobre cada punto de un ensayo de compactación realizado de acuerdo con las normas de ensayo INV E- 141 o INV E-142. En este caso, el molde CBR con el disco espaciador especificado en esta norma tendrá el mismo volumen del molde de compactación de 152. 4 mm (6").

Se emplea otra alternativa para la determinación del CBR del material compactado a unos valores específicos de humedad y densidad o, alternativamente, se establecen unos rangos de humedad y densidad para realizar los ensayos. En este caso, se requiere elaborar varias muestras de ensayo, usando dos o tres energías de compactación que permitan abarcar el rango requerido.

✓ **Densidad Bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados en estado suelto y compacto**

(Norma INV E – 217 – 13)

Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la densidad bulk (peso unitario de agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos, en condición suelta o compacta, y

para calcular los vacíos con base en la misma determinación. El método es aplicable a materiales que tengan tamaño máximo nominal menor o igual a 125 mm (5")

Esta norma reemplaza la norma INV E-217-07.

RESUMEN

El agregado se debe colocar en el recipiente, en tres capas aproximadamente iguales, hasta colmarlo. Se vierte en el recipiente el agregado necesario para llenarlo un tercio de su volumen y se nivela con los dedos la superficie del material vertido. A continuación, se apisona la capa con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre la superficie, utilizando el extremo semiesférico de la herramienta. Se repite el procedimiento con las otras dos capas.

Al apisonar la primera capa, se debe evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la capa respectiva.

Una vez compactada la última capa, se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación al plano de enrase.

Se determina la masa del recipiente lleno, así como la del recipiente vacío, con aproximación a 0.05 kg (0.1 lb) y se anotan los valores respectivos.

✓ **Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena.**

(Norma INV E – 161 – 13)

Este método de ensayo se usa para determinar en el sitio, con el equipo de cono y arena, la densidad y el peso unitario de suelos compactados.

El método es aplicable a suelos que no contienen cantidades apreciables de fragmentos de roca o de material grueso de tamaño superior a 38 mm (1½").

También se puede utilizar este método para determinar la densidad de suelos inalterados, siempre y cuando los vacíos naturales del suelo sean lo suficientemente pequeños para evitar que la arena usada para el ensayo penetre en dichos vacíos. El suelo u otros materiales que se ensayen, deben tener suficiente cohesión o atracción de partículas, para mantener estables las paredes de un hueco pequeño y deben ser lo suficientemente firmes para soportar las pequeñas presiones que se ejercen al excavar el hueco y al colocar el aparato sobre él, de tal manera que no se produzcan 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 constituidos por materiales granulares sueltos que no mantengan estables las paredes del hueco, o que contengan cantidades apreciables de material grueso superior a 38 mm (1½"), como tampoco para suelos granulares con altas relaciones de vacíos.

Cuando los materiales probados contengan cantidades apreciables de partículas mayores a 38 mm (1½"), o cuando se requiera que el volumen de hueco sea superior a 2830 cm³ (0.1 pie³), resultan más apropiados los métodos de ensayo descritos en las normas INV E-165 o ASTM D 5030. Si las partículas no exceden de 75 mm (3"), se podrá aplicar el Anexo C de la presente norma.

Esta norma reemplaza la norma INV E-161-07.

RESUMEN

Se excava manualmente un hueco en el suelo que se va a ensayar y se guarda en un recipiente todo el material excavado. Se llena el hueco con una arena de densidad conocida que fluye libremente, y se determina el volumen del hueco. Se calcula la densidad húmeda del suelo en el lugar, 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 calculan su masa seca y

su densidad seca in-situ, usando la masa húmeda del suelo, la humedad y el volumen del hueco.

✓ **Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles**

(Norma INV E – 218 – 13)

Este método se refiere al procedimiento a seguir para medir la resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaño menor a 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de Los Ángeles.

Esta norma reemplaza la norma INV E-218-07.

RESUMEN

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

✓ **Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (Cd)**

(Norma 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. La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un

plano de corte determinado por la configuración del aparato de ensayo.

Los esfuerzos de corte y los desplazamientos no se distribuyen uniformemente dentro de la muestra y no se puede definir una altura apropiada para el cálculo de las deformaciones por corte. En consecuencia, a partir de este ensayo no es posible determinar las relaciones esfuerzo-deformación o cualquier otro valor asociado, como el módulo de corte.

La determinación de las envolventes de resistencia y el desarrollo de pautas para interpretar y evaluar los resultados del ensayo, se dejan a criterio del cliente que solicita el ensayo.

Los resultados del ensayo se pueden ver afectados por la presencia de partículas de suelo grueso o fragmentos de roca, o ambos.

Las condiciones del ensayo, incluyendo los esfuerzos normales y la humedad, se deberán escoger de manera que representen las condiciones de campo que se investigan. La velocidad de deformación debe ser suficientemente lenta para asegurar condiciones de drenaje equivalentes a una presión intersticial nula.

Generalmente, se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento. Los resultados de una serie de ensayos se combinan para determinar propiedades de resistencia del suelo, como las envolventes de resistencia de Mohr.

Hay ocasiones en las cuales se debe incrementar el espacio vacío entre las dos mitades de la caja de corte para acomodar partículas de arena de tamaño mayor a dicho espacio. Hasta la fecha, no hay suficiente información disponible para especificar el tamaño de ese vacío en función de la distribución de los tamaños de las partículas.

Esta norma reemplaza la norma INV E-154-07.

RESUMEN

Este ensayo consiste en colocar el espécimen del ensayo en un dispositivo de corte directo, aplicar luego un esfuerzo normal determinado, humedecer y/ o drenar el espécimen de ensayo, consolidar el espécimen bajo el esfuerzo normal, desbloquear las mitades (marcos) de la caja de corte que contiene la muestra, y desplazar horizontalmente una mitad respecto de la otra a una velocidad constante de deformación, mientras se miden la fuerza de corte y los desplazamientos normales y horizontales (Figura 154 - 1). La velocidad de corte debe ser suficientemente lenta para permitir la disipación prácticamente total del exceso de presión de poros.

4.4 Asistencia de Servicios

✓ Servicio de Atención al Estudiante

Tabla 7. Asistencia al laboratorio

FECHA	ENSAYO	MATERIA	DOCENTE
25/08/2022	Granulometría	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
25/08/2022	Granulometría	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
25/08/2022	Humedad natural	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
26/08/2022	Granulometría	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
26/08/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
26/08/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
30/08/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
31/08/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
01/09/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
02/09/2022	Masa unitaria	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
07/09/2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
08/09/2022	Densidad y absorción	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
09/09/2022	Cilindros de concreto	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
12/09/2022	Cilindros de concreto	Diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome
14/09/2022	Cono dinámico	Diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome
15/09/2022	Cono dinámico	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
15/09/2022	CBR inalterado	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
16/09/2022	Cilindros de concreto	Diseño de mezclas	Ing. Leonardo Jacome
17/09/2022	Proctor	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez

21/09/2022	Granulometría	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
21/09/2022	Limites liquido-plástico	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
23/09/2022	Granulometría	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
28/09/2022	Limites liquido-plástico	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
07/10/2022	CBR	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
10/10/2022	CBR	Pavimentos	Ing. Yee Wang
10/10/2022	Limites	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
10/10/2022	Proctor	Pavimentos	Ing. Yee Wang
10/10/2022	Humedad natural	Diseño de mezclas	Ing. Liliana Casadiego
11/10/2022	Humedad natural	Geotecnia I	Ing. Sandy Parra
11/10/2022	Lavado por tamiz 200	Geotecnia I	Ing. Sandy Parra
13/10/2022	Limites	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
15/10/2022	Granulometría	Pavimentos	Ing. Francisco Suárez
15/10/2022	Caras fracturadas y lisas	Pavimentos	Ing. Francisco Suárez
18/10/2022	Limites	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
19/10/2022	Desgaste máquina de los ángeles	Materiales de construcción	Ing. Ruge Roncancio
20/10/2022	limites	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
24/10/2022	CBR	Pavimentos	Ing. Jorge Arias
25/10/2022	Desgaste máquina de los ángeles	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
26/10/2022	Desgaste máquina de los ángeles	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
01/11/2022	Granulometría	Geotecnia I	Ing. Sandy Parra
02/11/2022	Masa unitaria	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
04/11/2022	Granulometría	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
08/11/2022	Corte directo	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
09//11/2022	Desgaste máquina de los ángeles	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez

10/11/2022	Desgaste máquina de los ángeles	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
15/11/2022	Lavado por tamiz 200	Geotecnia I	Ing. Andrea Cacique
15/11/2022	Humedad natural	Geotecnia 3	Ing. Carlos Flores
15/11/2022	Limites	Geotecnia 3	Ing. Carlos Flores
16/11/2022	Proctor	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
16/11/2022	Proctor	Pavimentos	Ing. Francisco Suarez
05/12/2022	Corte directo	Geotecnia 3	Ing. Carlos Flores
06/12/2022	Corte directo	Geotecnia 3	Ing. Carlos Flores

4.5 Proyectos que se Adelantan en el Laboratorio de Suelos Civiles

✓ Desarrollo de un Bloque Ecológico Usando los Residuos de Construcción (RCD) del Área Metropolitana de Cúcuta. (Proyecto para Colciencias)

Ensayos realizados:

- Caracterización de los materiales.
- Determinación en el Laboratorio del Contenido de Agua (humedad) de Muestras de Suelo, Roca y Mezclas de Suelo -Agregado. (Norma INV E – 122 – 13)
- Análisis Granulométrico de los Agregados Grueso y Fino. (Norma INV E – 213 – 13).
- Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del Agregado Fino y Grueso. (Norma INV E – (222-223) – 13)
- Densidad Bulk (peso unitario) y Porcentaje de Vacíos de los Agregados en Estado Suelto y Compacto (Norma INV E – 217 – 13)

Proyecto que adelanta Angelica Lizbeth Lara Córdoba estudiante de Ingeniería Civil.

✓ Determinación de la Resistencia Bajo Carga Monotónica Marshall y Resistencia a la Abrasión en Mezclas Asfálticas Tipo MDC19 con el Uso De Cemento Asfáltico Tipo CA 60-70 Modificado con Fibra Acrílica.

Ensayos realizados:

- Determinación De La Cantidad de Material Fino Que Pasa El Tamiz de 75 Micras (No.200) en Los Agregados Pétreos Mediante Lavado. (Norma INV E-214-13)
- Determinación en el Laboratorio del Contenido de Agua (humedad) de Muestras de Suelo, Roca y Mezclas de Suelo -Agregado. (Norma INV E – 122 – 13)
- Análisis Granulométrico de los Agregados Grueso y Fino. (Norma INV E – 213 – 13).

- Determinación del Límite Líquido de los Suelos. (Norma INV E – 125 – 13)
- Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos. (Norma INV E – 126 – 13)
- Densidad Bulk (peso unitario) y Porcentaje de Vacíos de los Agregados en Estado Suelto y Compacto (Norma INV E – 217 – 13)
- Resistencia a la Degradación de los Agregados de Tamaños Menores de 37.5 Mm (1½") por medio de la Máquina De Los Ángeles (Norma INV E – 218 – 13)

Proyecto que se desarrolla para optar el título de Ingeniero Civil.

Desarrollado por Angelica Lizbeth Lara Córdoba y Maryin Lorena Arciniegas Cobos, estudiantes de Ingeniería Civil.

CONCLUSIONES

Al realizar las pasantías como asistente técnico académico del laboratorio de suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander se concluye que se alcanzaron con éxito los objetivos propuestos en el proyecto, a causa de que se ejecutaron actividades como:

Actividades relacionadas a la pasantía en la universidad Francisco de paula Santander como asistente técnico académico del laboratorio de suelos civiles.

Actividades que vayan dirigidas a la elaboración y realización de los proyectos que adelanta el laboratorio suelos civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Apoyo técnico académico a los docentes y alumnos que adelantan prácticas de laboratorio.

Contribución en la realización de los diferentes ensayos o laboratorios solicitados, así como es en la toma de muestras y actividades asociadas.

Asesoría a los estudiantes de Tecnología en Obras Civiles e Ingeniería Civil, modalidad presencial y distancia que realizan prácticas en el laboratorio.

RECOMENDACIONES

A modo de sugerencia, a la Universidad Francisco de Paula Santander, quien, mediante sus directivos, logren acordar que el laboratorio de suelos civiles sea tenido en cuenta debido a que necesita mejoras y adecuaciones en sus instalaciones; de la misma manera adquirir nuevos equipos, mejorados y actualizados, que faciliten y hagan más eficaces las actividades que realiza el mismo.

A modo de que el laboratorio de suelos civiles este en las mejores condiciones para que siga prestando su servicio a la comunidad.

BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

WEBGRAFIA, Kw Wikipedia

ANEXOS



Ilustración 2. Lavado por tamiz n°200



Ilustración 3. Granulometría





Ilustración 4. Humedad natural



Ilustración 5. Límites líquidos



Ilustración 6. Gravedad específica y absorción del agregado grueso



Ilustración 7. Gravedad específica y absorción del agregado fino



Ilustración 8. Penetrómetro dinámico



Ilustración 9. CBR muestra inalterada



Ilustración 10. masa unitaria suelta y compacta del agregado grueso



Ilustración 11. masa unitaria suelta y compacta del agregado fino



Ilustración 12. Densidad método cono de arena



Ilustración 13. Desgaste máquina de los ángeles



Ilustración 14. Corte directo