

	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) EDUAR ALBERTO **APELLIDOS** LEÓN PABÓN

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:

NOMBRE(S) GERMAN **APELLIDOS** LIMAS RAMÍREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): TRABAJO DIRIGIDO COMO AUXILIAR DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA EMPRESA TRANSIVIC S.A.S

RESUMEN. Se cumplieron con los objetivos propuestos de llevar a cabo las diferentes actividades encaminadas a la elaboración y ejecución de los proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles; se participó en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados, así como la toma de muestras y actividades asociadas y conocer los ensayos estándar que se realizan en los suelos

PALABRAS CLAVES: suelos, actividades, proyectos, muestras, ensayos

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 72 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **CD ROOM:**

TRABAJO DIRIGIDO COMO AUXILIAR DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA
EMPRESA TRANSIVIC S.A.S

EDUAR ALBERTO LEÓN PABÓN

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

2022

TRABAJO DIRIGIDO COMO AUXILIAR DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA
EMPRESA TRANSIVIC S.A.S

EDUAR ALBERTO LEÓN PABÓN

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

Director

GERMAN LIMAS RAMÍREZ

Ingeniero

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

TECNOLOGIA EN OBRAS CIVILES

HORA: 10:00 am

FECHA: 24/08/2022

LUGAR: SALON 103 EDIFICIO FUNDADORES UFPS

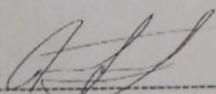
JURADOS: ING. FRANCISCO ALEJANDRO GRANADOS RODRIGUEZ
ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

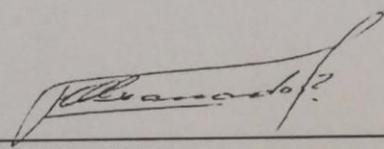
TITULO DEL PROYECTO: "TRABAJO DIRIGIDO COMO AUXILIAR DE LABORATORIO DE
SUELOS DE LA EMPRESA TRANSIVIC S.A.S."

DIRECTOR: ING. GERMAN LIMAS RAMIREZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	NOTA
EDUAR ALBERTO LEON PABON	1921086	4.4 (aprobado)

FIRMA DE LOS JURADOS


CODIGO: 05242
FRANCISCO J. SUAREZ URBINA


CODIGO 00602
FRANCISCO A. GRANADOS RODRIGUEZ

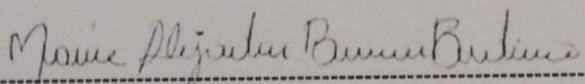

VoBo. ING. MARIA ALEJANDRA BERMON BENCARDINO
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Tabla de contenido

	pág.
Introducción	9
1. Problema	10
1.1 Título	10
1.2 Planteamiento del problema	10
1.3 Justificación	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo general	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5 Alcances y limitaciones	12
1.5.1 Alcances	12
1.5.2 Limitaciones	12
1.6 Delimitaciones	13
1.6.1 Delimitación espacial	13
1.6.2 Delimitación temporal	13
1.6.3 Delimitación conceptual	13
2. Marco referencial	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Marco Teórico	16
2.3 Marco contextual	24
2.4 Marco legal	26
3. Marco metodológico	28

3.1 Tipo de investigación	28
3.2 Instrumentos para la recolección de información	28
3.2.1 Información Primaria	28
3.2.2 Información Secundaria	28
4. Resultados	29
4.1 Actividades realizadas en el laboratorio	29
4.1.1 Método de Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de un Suelo Norma Invias E135-13	29
4.1.2 Método para determinar la granulometría de los suelos. Norma Invias E123-13:	31
4.2 Registro fotográfico de ensayos	66
5. Conclusiones	70
6. Recomendaciones	71
Referencias	72

Lista de cuadros

	pág.
Cuadro 1. Especímenes para ensayar en una edad determinada	62

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Instalaciones de la empresa Transivic S.A.S	24
Figura 2. Localización general de San José de Cúcuta	26
Figura 3. Ensayo de Humedad Natural	66
Figura 4. Ensayo de Granulometría	67
Figura 5. Ensayo de Limite liquido	67
Figura 6. Ensayo de Limite Plástico	68
Figura 7. Densidad de Campo	68
Figura 8. Índice de alargamiento	69
Figura 9. Resistencia a la compresión	69

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 administrativa en las labores que adelanta el Laboratorio de Suelos de la empresa Transivic S.A.S, en materia de investigación y extensión a la comunidad.

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 Título

Trabajo dirigido como auxiliar de laboratorio de suelos de la empresa Transivic S.A.S

1.2 Planteamiento del problema

Importancia conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo en el sitio del proyecto de manera acertada, por consiguiente, se pueda disminuir la incertidumbre acerca de los valores de los rangos de los valores de las propiedades físico-mecánicas de los suelos al momento de diseñar y construir el proyecto.

Por tal motivo es indispensable realizar una exploración de los suelos para la toma de muestreo y posteriormente su traslado a un laboratorio para realizar los diferentes ensayos a las muestras del suelo, con el fin de determinar sus propiedades físico-mecánicas.

Para realizar los ensayos pertinentes a las muestras del suelo, se debe seguir una normatividad de cada uno de los ensayos, ya sea de clasificación, humedad, compresión inconfiada, entre otros. Estas normas tienen la finalidad de estandarizar los procesos de los ensayos para reducir la incertidumbre de los resultados, y así poder dar soluciones ingenieriles.

En consecuencia, las prácticas de laboratorio deben tener un procedimiento y un formato de toma y entrega de resultados, para que el estudiante pueda realizar los

Procedimientos de laboratorio bajo la norma que cobije el ensayo, dando como resultado ensayos de laboratorio académicos que se asemejen a la realidad que podrá encontrar en su vida laboral

1.3 Justificación

Para una formación de calidad de un tecnólogo en obras civiles es necesario que el estudiante realice prácticas de laboratorio, las cuales le permitirán no solo comprender de manera teórica los conceptos vistos en cada una de las áreas de la ingeniería, sino que de una manera más aplicada de comprender como funciona dicho concepto en la realidad, y de esta manera en su vida profesional tendrá más certeza de cómo, cuándo, porqué y para qué se deben realizar los estudios previos a un proyecto de ingeniería civil.

Dentro del programa académico de tecnología en obras civiles de la universidad Francisco de Paula Santander existen una serie de asignaturas que implican el desarrollo de prácticas de laboratorio complementarias a dichos espacios académicos que comprenden la línea de geotecnia.

Manera eficiente y correcta según la normatividad, de esta manera las prácticas de laboratorio podrán ser más aplicadas a la realidad

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Asistir a los proyectos que se desarrollen dentro del Laboratorio de Suelos Civiles de la empresa Transivic S.A.S.

1.4.2 Objetivos específicos. Llevar a cabo las diferentes actividades que vayan encaminadas a la elaboración y ejecución de los proyectos que adelanta el Laboratorio de Suelos Civiles.

✓ Participar en la elaboración de los diferentes ensayos solicitados, así como es la toma de muestras y actividades asociadas.

✓ Conocer los ensayos estándar que se realizan en los suelos

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances. Este proyecto está encaminado a compensar las necesidades del Laboratorio de Suelos Civiles y colocar al servicio de la comunidad los conocimientos adquiridos dentro de la institución, en áreas de brindar la asistencia técnica disponible para la realización de los diferentes proyectos, que tengan como fin mejorar la calidad del servicio y responder a los compromisos adquiridos por la universidad.

1.5.2 Limitaciones. Este proyecto este sujeto directamente a la programación y al cronograma de trabajo específico elaborado por el Laboratorio de Suelos Civiles de la empresa

Transivic S.A.S y el director de trabajo dirigido, para la ejecución de los diferentes talleres a realizar.

La movilización para la toma de muestras, depende de la asignación dada al Laboratorio de Suelos.

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación espacial. El proyecto se realizará km 5 vía Boconó en las intenciones de preconcretos Cúcuta, Norte de Santander.

1.6.2 Delimitación temporal. Las prácticas profesionales tendrán una duración de 300 horas, en donde buscará cumplir con los objetivos proyectados.

1.6.3 Delimitación conceptual. Este anteproyecto abarca los conceptos fundamentales relacionados con:

- ✓ Supervisión

- ✓ Ensayos

- ✓ Toma de muestras

- ✓ Maquinas

- ✓ Lista de materiales, y equipo

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

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

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.

Gómez (2005). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander*.

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.

2.2 Marco Teórico

La Mecánica de 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.

El término suelo es usado de diferentes maneras de acuerdo al profesional; nos referimos al concepto que puede darle ya sea un geólogo, agrónomo o un ingeniero, ya que para cada una de estas áreas el aspecto más importante varía. Por ejemplo, para un agrónomo, el suelo se reduce a la capa donde predominan las actividades orgánicas, permitiendo el desarrollo de la vida; para el geólogo, el suelo es el material de la zona superficial relativamente delgada, dentro de la cual se encuentran las raíces. En el caso de la ingeniería, este término abarca mucho más, físicamente hablando, siendo todos los materiales terrosos, orgánicos e inorgánicos que se encuentran en la zona o capa, directamente encima de la corteza rocosa de nuestro planeta.

El esfuerzo por dominar y utilizar térreos se remonta a prácticamente al inicio de nuestra especie, cuando no existían complicados procesos, sólo la experiencia y conocimientos obtenidos de la observación, que pasaron de generación en generación. Aunque ha sido objeto de preocupación desde siempre, sólo hasta el siglo XVIII los científicos e ingenieros vieron la inminente necesidad de realizar proyectos más rigurosos de análisis y observación, todo esto por el requerimiento de nuevas y mejores construcciones, llevando al surgimiento de históricos personajes en esta rama de la ingeniería civil, como Coulobomb y Nanking. Ellos propusieron y aplicaron teorías que aún hoy nos rigen.

Mas adelante, en los inicios del siglo XX, los Ingenieros Coulobomb y Nanking quisieron ir más alto y esto a su vez, exige profundizar en lo que se llamaría Mecánica de los Suelos, con

expositores de relevante importancia, como son Fellenius en Suecia, Kogler en Alemania, Hogentogler en los Estados Unidos y especialmente, Karl Terzaghi.

En Europa y Estados Unidos, creo un espacio de investigación de los diferentes aspectos que rodean y constituyen a este elemento, dando inicio a análisis cuantitativos y cualitativos de mayor rigurosidad.

Hoy en día, por la complejidad de diseños y construcciones de infraestructura, la Mecánica de Suelos ha adquirido un importante espacio en toda obra de ingeniería, convirtiéndose en una exigencia legal el estudio de suelos, y, la intervención de un ingeniero geotecnista en obras de importancia, asegurando la preservación de los bienes y de la vida.

Importancia de las pruebas del Laboratorio. Las pruebas del laboratorio constituyen nuestra herramienta para dilucidar las condiciones en las que trabajarán la constructora, dándonos mediante la realización de diferentes ensayos, las propiedades de los suelos, el estado en el que se encuentran, y de esta forma, poder aplicar la teoría que mejor se ajuste a este entorno. En la Mecánica de Suelos 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 muestra 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.

Las hipótesis que se plantean para la realización de todo estudio de suelos en muchas ocasiones pueden resultar dudosas y no es de extrañar porque el suelo, como se dijo anteriormente, es un elemento de gran complejidad; es por esta razón que lo factores de seguridad suelen ser muchos mayores en esta rama de la ingeniería; pero también por medio de los laboratorios de suelos se pueden realizar comparaciones que permiten un mejor ajuste de la teoría a un caso en particular. Es muy importante realizar toma de muestras en todo proyecto, por pequeño que sea, considerando las variaciones de los materiales, incluso a pocos metros a la redonda, no se pueden generalizar indiscriminadamente, porque en ocasiones, son estas prácticas las que conllevan a errores que pueden ser fatales.

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 transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

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 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.
- ✓ 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.

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 un 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.

Diseño de Mezclas. El concreto es una masa heterogénea constituida,

básicamente por agregados, cemento Pórtland, agua y algunas veces, aditivos, que una vez endurecida tiene la característica de resistir esfuerzos mecánicos en especial los de la comprensión.

Los agregados o áridos, constituyen el material llenante: éstos compuestos 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.

El cemento Pórtland 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 Pórtland se

endurece al ponerlo en contacto con el agua (proceso de hidratación) lo que dé lugar a una acción inicial de fraguado (reacción química) que a su término convierte la masa plástica de concreto fresco en una masa endurecida e indeformable.

Luego de que el concreto ha fraguado continua un largo periodo de endurecimiento por lo que se alcanzan las resistencias mecánicas previstas. El proceso de endurecimiento es indefinido pero se considera que a los 28 días se obtiene la resistencia de trabajo, la cual se expresa en Kg/cm o en algunas veces en lbs. / pul.

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

El aire atrapado es aquel que queda incluido inevitablemente dentro de la mezcla durante los procesos de mezclado y colocación del concreto dentro de la formaleta. El aire introducido a propósito se refiere a las burbujas que le son introducidas a la mezcla por medio de un aditivo o un cemento especial con el fin de proporcionarle características especiales al concreto.

Por su parte, los aditivos son sustancias químicas que eventualmente son añadidas a la mezcla para modificar algunas de sus características.

Las características de concreto dependen de las cantidades relativas de sus constituyentes

2.3 Marco contextual

Misión

TRANSIVIC S.A.S es una empresa del sector de la construcción que planea diseñar y ejecutar proyectos, productos y servicios de ingeniería mediante la aplicación de las buenas prácticas profesionales, generando rentabilidad, solidez, bienestar, seguridad y confianza a sus grupos de interés.

Visión

Ser una empresa financieramente sólida con mayor experiencia y reconocimiento en el sector de la construcción, impulsada por un equipo humano apasionado con su labor.

La pasantía se realiza en las instalaciones de la empresa Transivic S.A.S, en el Laboratorio de Suelos, ubicado a las afueras de la ciudad sobre el anillo vial oriental.

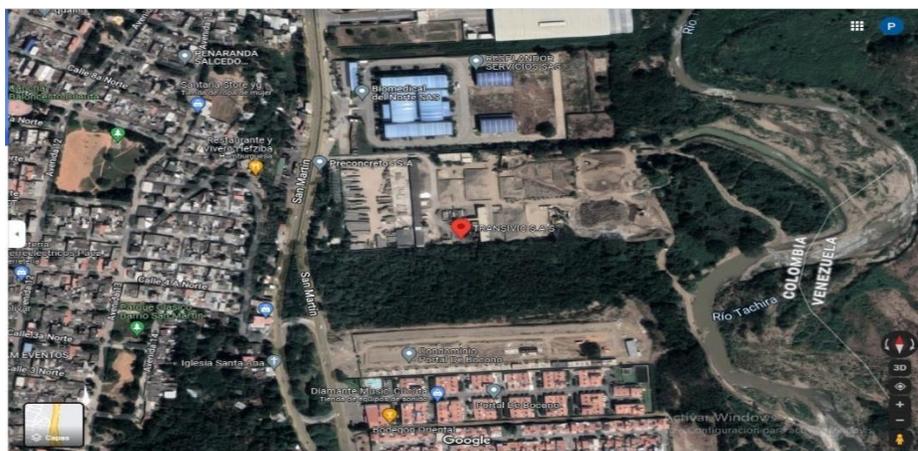


Figura 1. Instalaciones de la empresa Transivic S.A.S

Localización general de San José de Cúcuta

La zona urbana de Cúcuta se localiza geográficamente sobre el valle homónimo (muy cerca de la frontera con Venezuela), mientras que la rural se extiende por la cordillera oriental (de los Andes colombianos). Sus fuentes hídricas principales son los ríos Pamplonita (del cual disfruta de 25 km de sus orillas), Zulia y Táchira. Este último establece la frontera natural entre Colombia y Venezuela.

La altitud de media de la ciudad es de 320 msnm, aunque en la zona rural puede llegar hasta a 2000 metros. El área total del municipio es de 1 176 km², que representan el 5,65% del departamento de Norte de Santander. La temperatura media es de 30 °C con máximos de 35 °C en el día y 23 °C en la noche. La precipitación media anual es de 806 mm

El perímetro del distrito se encuentra limitado al norte con Tibú, al occidente con El Zulia y San Cayetano, al sur con Villa del Rosario, Bochalema y Los Patios y al oriente con Venezuela y Puerto Santander. Políticamente hace parte de la región oriental (también llamada "región metropolitana") en el departamento de Norte de Santander. Por su localización es miembro de la Región Andina colombiana y por su cultura e historia de la Región de los Santanderes. Sus localidades rurales (veredas y corregimientos) poseen todos los pisos térmicos, por lo se pueden cultivar infinidad de hortalizas, vegetales, flores, entre otros.

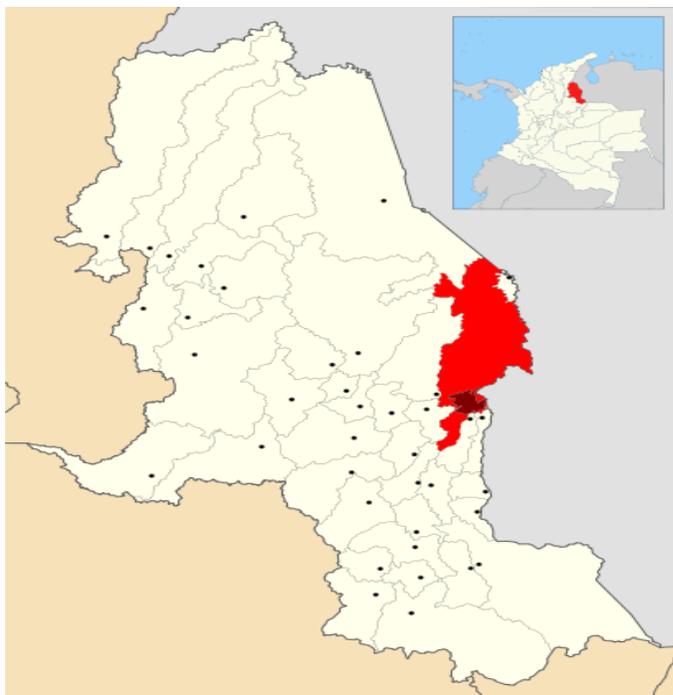


Figura 2. **Localización general de San José de Cúcuta**

2.4 Marco legal

El consejo superior Universitario mediante acuerdo N. 065 del 26 de agosto de 1996, expide el estatuto de la Universidad Francisco de Paula Santander, de acuerdo con el artículo 140 dicho estatuto se establece las modalidades de trabajo de grado, por las cuales el alumno puede optar para cumplir con este prerrequisito de graduación.

Esta reglamentación básica de requisitos de trabajos de grado, se hace necesario, con un objetivo primordial de establecer los criterios institucionales marco base en el cual el comité curricular de cada plan de estudios elabora las normas y procedimientos específicos, que reglamente internamente el trabajo de grado como integrante curricular.

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.

3. Marco metodológico

3.1 Tipo de investigación

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

El trabajo se desarrolla dentro de un contexto descriptivo, es decir, recolectando información, analizándola para su posterior tratamiento y aplicación.

3.2 Instrumentos para la recolección de información

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

3.2.1 Información Primaria. Es la información obtenida directamente del laboratorio y trabajo de campo. Además de la información referente a la base de datos que posee esta entidad, sobre la cual nos cimentamos para recolectar lo faltante.

3.2.2 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.

4. Resultados

4.1 Actividades realizadas en el laboratorio

4.1.1 Método de Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de un Suelo

Norma Invias E135-13

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

EQUIPOS

Horno de secado: Las estufas de secado o también llamados hornos de secado son equipos de laboratorio que se utiliza para secar y esterilizar diferentes recipientes de vidrio o metal.

Existen básicamente dos tipos de estufas: las que operan mediante convección natural y las que operan mediante convección forzada.

Balanzas: es un instrumento utilizado en el laboratorio, que sirve para medir la masa. Su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas.

Utensilios para manipulación de recipientes: Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

CÁLCULOS:

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

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

W = es el contenido de humedad, (%)

Ww = Peso del agua

Ws = Peso seco del material

W1 = es el peso de tara más el suelo húmedo, en gramos

W2 = es el peso de tara más el suelo secado en horno, en gramos

Wt = es el peso de tara, en gramos

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se determina la masa de un recipiente o plato limpio y seco y se anota (Mc).
- ✓ Se coloca el espécimen de suelo en el recipiente e inmediatamente se determina y anota la masa del conjunto (M1).

✓ Se coloca el recipiente con el suelo en el horno microondas con el disipador térmico y se prende el horno por tres minutos. Si la experiencia con un tipo particular de suelo y un tamaño de espécimen indica que se puede usar un tiempo inicial de secado más corto o más largo sin sobrecalentamiento, se podrán ajustar el tiempo inicial de secado y los subsiguientes.

✓ Después de que el tiempo inicial de secado haya terminado, se retira el recipiente con el suelo del horno, se pesa el espécimen inmediatamente o se coloca en un desecador para enfriarlo y permitir su manipulación y prevenir daños en la balanza. Se determina y registra la masa.

✓ Usando una espátula pequeña, un cuchillo, o una varilla corta de vidrio, se mezcla cuidadosamente el suelo, tomando especial precaución para no perder ninguna partícula de él.

✓ Se regresa el recipiente con el suelo al horno y se calienta de nuevo por 1 minuto.

4.1.2 Método para determinar la granulometría de los suelos. Norma Invias E123-13:

La granulometría permite conocer la medida de los granos de los sedimentos y partículas presentes en una muestra. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.

El ensayo consiste en dividir y separar el material mediante una serie de tamices en varias fracciones granulométricas de tamaño decreciente. Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de

ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices.

La curva de distribución granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños o diámetros de la partícula, así como determinar un valor de abertura representativa a la muestra analizada.

EQUIPOS

Dos balanzas – Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pasa el tamiz de 2.0 mm (No. 10) y otra con sensibilidad de 0.1 % de la masa de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 2.0 mm (No. 10).

Tamices de malla cuadrada – Un juego completo de tamices, que incluye los siguientes:

75 mm (3")

50 mm (2")

37.5 mm(1-1/2")

25 mm (1")

19.0 mm (3/4")

9.5 mm (3/8")

4.75 mm (No. 4)

2.00 mm (No. 10)

850 μm (No. 20)

425 μm (No. 40)

250 μm (No. 60)

106 μm (No. 140)

75 μm (No. 200)

✓ Recipientes

✓ Cepillo y Brocha

CALCULOS

Valores del análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 2.0 mm (No. 10).

Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 2.0 mm (No. 10), dividiendo la masa que pasa dicho tamiz por la masa de suelo originalmente separada a través de él y multiplicando el resultado por 100. Para obtener la masa de la porción pasante por el tamiz de 2.0 mm (No. 10), se resta de la masa original, la masa retenida en dicho tamiz.

Para comprobar la masa total de suelo que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4), se agrega a la masa del material que pasa el tamiz de 2.0 mm (No. 10), la masa de la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y que queda retenida en el de 2.0 mm (No. 10). Para comprobar la masa del material que pasa por el tamiz de 9.5 mm (3/8"), se agrega a la masa total del suelo que pasa por el tamiz de 4.75 mm (No. 4), la masa de la fracción que pasa el tamiz de 9.5 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4.75 mm (No. 4). Para los demás tamices, se continúa el cálculo de la misma manera.

Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide la masa total que pasa ese tamiz (numeral 7.1.2) por la masa total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

PROCEDIMIENTO

Este procedimiento se realiza con el uso de una muestra seca. Esta pasa por una serie de tamices que van desde el de 3 pulgadas hasta tamices más finos de 0.0074 mm. Para hacer un tamizado de las muestras se debe:

- ✓ Usar tamices que son ensamblados en una columna de en orden descendente.

- ✓ En el tamiz más grueso se echa la muestra.

- ✓ La columna de tamices se somete a movimientos vibratorios y de rotación, con ayuda de una máquina especial.

- ✓ Se retiran los tamices y se toma por separado el peso del material que se ha retenido en cada uno.

- ✓ Al tener en cuenta el peso total y los retenidos, se elabora la curva granulométrica.

MÉTODO PARA DETERMINAR LOS LIMITES DE ATERBERG CONSISTENCIA DE LOS SUELOS

Norma Invias E125-13 y E126-13

LIMITE LIQUIDO E125-13

De un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando este se halla en el límite entre el estado líquido y el estado plástico.

EQUIPO:

- ✓ Vasija de evaporación

- ✓ Espátula

- ✓ Ranurador

- ✓ Aparo del límite líquido de operación manual

- ✓ Balanza

- ✓ Horno

PROCEDIMIENTO

Se remezcla completamente el espécimen, ajustando su contenido de aguapara que adquiera la consistencia requerida para que sean necesarios entre 25 y 35 golpes de la cazuela para cerrar la ranura que se forma en el suelo. Se coloca una cantidad adecuada de suelo en la cazuela encima del punto donde ésta descansa en la base y se comprime y extiende con la espátula para nivelarla y, a la vez, dejarla con una profundidad de 10 mm en el punto de su máximo espesor. Se debe usar el menor número posible de pasadas con la espátula, evitando atrapar burbujas de aire en la masa de suelo. El suelo excedente se debe devolver al recipiente mezclador, el cual se debe tapar con el fin de retener la humedad de la muestra.

El suelo colocado sobre la cazuela de bronce se divide con una pasada firme del ranurador, hundiendo el lado biselado de éste hacia adelante en una línea que va desde el punto más alto hasta el más bajo del borde de la cazuela. Al hacer la ranura, se sostiene el ranurador contra la superficie de la cazuela y se forma un arco, manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la cazuela durante su movimiento). En suelos en los que no se pueda hacer la ranura

en una sola pasada sin desgarrarlos, la ranura se corta con varias pasadas del ranurador. También, se puede hacer una ranura ligeramente menor usando una espátula y usando luego el ranurador hasta completar la dimensión deseada. Se debe tener un cuidado extremo, con el fin de evitar que la pasta de suelo se deslice sobre la superficie de la cazuela.

Se verifica que no haya restos de suelo ni en la base ni en la parte inferior de la cazuela. Entonces, se levanta y golpea la cazuela girando la manija a una velocidad de 1.9 a 2.1 revoluciones por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (1/2"). Por ningún motivo se deberá sostener la base del equipo con una mano mientras se gira la manivela.

Se debe verificar que la ranura no se haya cerrado de manera prematura a causa de una burbuja de aire atrapada en el suelo. Ello se hace observando que ambos lados de la ranura hayan fluido de manera similar. Si no fue así, se deberá reconformar el suelo en la cazuela, añadiendo una pequeña cantidad de éste para reponer la porción perdida durante el ranurado y se repiten los pasos. Si el suelo se desliza sobre la superficie de la cazuela, se deberán repetir los pasos empleando una humedad mayor. Si luego de varios ensayos con contenidos de agua sucesivamente mayores, la pasta de suelo se continúa deslizando en la cazuela o si el número requerido de golpes para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se informa que no es posible determinar el límite líquido y que el suelo es no plástico (NP), sin que sea necesario realizar el ensayo de límite plástico.

Se registra el número de golpes, N , requerido para cerrar la ranura en la longitud indicada en el numeral 10.3. Se saca una tajada de suelo, aproximadamente del ancho de la espátula,

tomando parte de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura, incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto y se coloca en un recipiente de masa conocida y se tapa.

Se transfiere a la vasija de mezclado el suelo que sobró en la cazuela de bronce. La cazuela y el ranurador se deben lavar y secar, para tenerlas listas para el tanteo siguiente.

Se remezcla el suelo restante en la vasija, agregándole agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez y se repiten los pasos. La finalidad de este procedimiento es obtener muestras con consistencias tales, que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25–35; 20–30 y 15–25.

Se toma el recipiente con la porción de suelo se pesa y se anota el valor obtenido. Se coloca en seguida dentro del horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$) hasta obtener una masa constante y se vuelve a pesar tan pronto como se haya enfriado y antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Se anota esta masa, así como la pérdida de masa debida al secado. La determinación de la masa inicial (recipiente más porción de suelo húmedo) se deberá realizar inmediatamente se termine el ensayo. Si éste se interrumpe por más de 15 minutos, la masa se deberá determinar en el momento de la interrupción.

CÁLCULOS

Se calcula el contenido de agua de cada porción del suelo, expresándolo como porcentaje de la masa del suelo secado en el horno, como sigue:

Contenido de agua: $(\text{Masa del agua} / \text{Masa del suelo secado al horno}) * 100$

Preparación de la curva de fluidez – La "curva de fluidez", que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la cazuela de bronce, se dibuja en un gráfico semi-logarítmico, con el contenido de agua como ordenada en la escala aritmética y el número de golpes como abscisa en la escala logarítmica. La curva de fluidez es una línea recta promedio que pasa tan cerca, como sea posible, de los tres o más puntos dibujados.

LIMITE PLÁSTICO E126-13

De un suelo es el contenido más bajo de agua, determinado por este procedimiento, en el cual el suelo permanece en estado plástico. El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.

EQUIPO:

- ✓ Espátula

- ✓ Capsula para evaporación

- ✓ Balanza

- ✓ Aparato de enrollamiento

✓ Recipiente

✓ Horno

PROCEDIMIENTO

✓ Del espécimen de ensayo, se selecciona una porción de 1.5 a 2.0 g con la cual se forma una masa elipsoidal.

✓ Se forman rollos con la masa de suelo

✓ Cuando el diámetro del rollo llegue a 3.2 mm, éste se divide en varios trozos. Se juntan los trozos y se comprimen entre los pulgares y los demás dedos de ambas manos formando una masa uniforme de forma elipsoidal y se enrolla de nuevo. Se repite este procedimiento, partiendo, juntando, amasando y enrollando, hasta que el rollo de 3.2 mm de diámetro se desmorone bajo la presión requerida para el enrollamiento y el suelo no pueda ser enrollado más en cilindros de 3.2 mm de diámetro. No es importante si el rollo se parte en rollos de longitud muy corta. Cada uno de estos rollos cortos se deberá enrollar hasta alcanzar un diámetro de 3.2 mm. Lo único que se requiere para continuar el ensayo, es que al juntar estos rollos se pueda volver a formar una masa elipsoidal y luego crear nuevos rollos. En ningún momento el operador deberá intentar producir la rotura a un diámetro exacto de 3.2 mm formando un rollo de este tamaño y tratando de producir entonces la desintegración, mediante una disminución de la velocidad de enrollamiento y/o de la presión manual, y continuando el enrollamiento sin más deformación hasta que el rollo se desbarate.

✓ Se determinan los contenidos de agua de los suelos contenidos en los dos recipientes, de acuerdo con la norma INV E-122 y se anotan los resultados.

CÁLCULOS

Se calcula el promedio de los dos contenidos de agua (tanteos del límite plástico) y el valor obtenido se redondea al entero más cercano. Este valor es el límite plástico (LP). El ensayo se deberá repetir, si la diferencia entre los límites plásticos de los dos tanteos supera el rango de aceptabilidad para los resultados de dos ensayos, efectuados por un solo operador; es decir, 1.4 puntos porcentuales (2.8×0.5).

Se calcula el índice de plasticidad (IP), como sigue:

$$IP = LL - LP$$

Dónde: LL: Límite líquido (número entero);

LP: Límite plástico (número entero).

Tanto el LL como el LP son números enteros. Si el límite líquido o el plástico no se pueden determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, se informará que el suelo es no plástico, NP.

EQUIVALENTE DE ARENA Norma Invias E133-13 :

Este ensayo produce como resultado un valor empírico de la cantidad relativa, finura y carácter del material arcilloso presente en la muestra de suelo o agregado fino.

Se puede especificar un valor mínimo del equivalente de arena, para limitar la cantidad admisible de finos arcillosos en un agregado.

Este método de ensayo permite determinar rápidamente, en el campo, variaciones de calidad de los agregados durante la producción o la colocación.

El “equivalente de arena” es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

EQUIPO:

- ✓ Cilindro graduado de plástico

- ✓ Tapón macizo

- ✓ Tubo irrigador

- ✓ Tubo flexible

- ✓ Un botellón

- ✓ Dispositivos para tomar lecturas

- ✓ Recipiente metálico

- ✓ Embudo

- ✓ Reloj o cronograma

- ✓ Un agitador

- ✓ Una regla recta

- ✓ Un horno secador

- ✓ Tela partidora

- ✓ Manija opcional para tubo de irrigación

PROCEDIMIENTO

Se vierte solución de trabajo de cloruro de calcio en el cilindro graduado, con la ayuda del sifón, hasta una altura de 101.6 ± 2.54 mm (4 ± 0.1 ").

Con ayuda del embudo, se vierte un espécimen de ensayo en el cilindro graduado.

Se golpea varias veces el fondo del cilindro con la palma de la mano para liberar las burbujas de aire y remojar la muestra completamente.

Se deja el cilindro en reposo durante 10 ± 1 minutos.

Al finalizar los 10 minutos (periodo de humedecimiento), se tapa el cilindro con el tapón y se afloja el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo simultáneamente.

Después de aflojar el material del fondo, se agita el cilindro con cualquiera de los tres métodos siguientes:

- ✓ Método agitador mecánico

- ✓ Método agitador manual

- ✓ Método manual

Se deja en reposo el cilindro con su contenido durante $20 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$. El tiempo se comienza a medir inmediatamente después de retirar el tubo irrigador.

Al finalizar los 20 minutos del periodo de sedimentación, se lee y anota el nivel de la parte superior de la suspensión arcillosa.

CÁLCULOS

El equivalente de arena (EA) se calculará con aproximación a la décima (0.1 %), así:

EA: (Lectura de arena / Lectura de arcilla) *100

ÍNDICE DE ALARGAMIENTO Y APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS Norma Invias E230-13:

El ensayo de índice de aplanamiento consiste en dos operaciones sucesivas de tamizado. En primer lugar, mediante el uso de tamices, se divide la muestra en fracciones d_i/D_i . Cada una de las fracciones granulométricas d_i/D_i se escriba a continuación empleando para ello tamices de barras paralelas y separadas $3/5((d_i/D_i) / 2)$, las partículas que pasen son consideradas planas cuando no se disponga de tamices de barras paralelas se pueden utilizar el calibrador tradicional de espesor, para separar las partículas planas.

El ensayo de índice de alargamiento consiste en dos operaciones sucesivas. En primer lugar, mediante el uso de tamices, se divide la muestra en fracciones d_i/D_i . Cada fracción se analiza utilizando el calibrador de alargamiento, para separar las partículas largas.

EQUIPO:

- ✓ Tamices de barra

- ✓ Calibradores metálicos

- ✓ Tamices

- ✓ Balanza

- ✓ Horno ventilado

- ✓ Equipo misceláneo

PROCEDIMIENTO

Índice de aplanamiento:

Se mide el aplanamiento por alguno de los procedimientos mencionados:

- ✓ Usando el tamiz de barras apropiado para cada fracción, se tamiza la fracción respectiva por él. El cribado se realizará manualmente y se considerará terminado cuando el rechazo no varíe en más de 1 % durante un minuto de tamizado. Entonces, se tratan de pasar manualmente las partículas retenidas en el tamiz, pero sin forzarlas ni romperlas.

Usando el calibrador de aplanamiento, se intentan hacer pasar a mano, una por una, las partículas de cada fracción por la abertura correspondiente del calibrador, sin forzarlas ni romperlas.

Cualquiera haya sido el procedimiento utilizado, una vez pasadas todas las partículas posibles se determina la masa de las que pasaron por cada uno de los tamices o de los espacios del calibrador (m_i), o sea las partículas planas, con una aproximación del 0.1 % de la masa M_1 o M_2 , según corresponda.

Se combinan y pesan todas las partículas que pasaron las barras de los tamices o las ranuras del calibrador de aplanamiento. La masa total de ellas será $\Sigma(m_i) = M_3$.

Índice de alargamiento:

Se toma una de las fracciones de material (d_i/D_i) y, de manera manual, se intenta pasar cada una de las partículas por su mayor dimensión entre el par de barras del calibrador que representa dicha fracción.

Una partícula alargada que será aquella cuya mayor dimensión le impide pasar por dicho espacio. Las partículas alargadas de la fracción se colocan a un lado. El procedimiento se repite con todas las fracciones.

Se determina la masa de las partículas que quedaron retenidas entre cada par de barras (n_i), o sea las partículas alargadas, con una aproximación del 0.1 % de la masa M11 o M12, según corresponda.

Se combinan y pesan todas las partículas que quedaron retenidas entre las barras del calibrador de alargamiento. La masa total de ellas será $\Sigma(n_i) = M13$.

CALCULO

El índice de aplanamiento de cada fracción d_i/D_i , IA_i , se calcula como sigue:

$$IA_i = (m_i/R_i) * 100$$

El índice de alargamiento de cada fracción d_i/D_i , IL_i , se calcula como

sigue:

$$ILi = (ni / Ri) * 100$$

Dónde: Ri: Masa de la fracción di/Di, g;

ni: Masa de las partículas alargadas de la fracción di /Di, g.

Determinación De La Resistencia Del Agregado Grueso Al Desgaste Por Abrasión

Utilizando El Aparato Micro-Deval Norma Invias E238-13:

La prueba de Micro Deval en agregados gruesos determina la pérdida por abrasión en presencia de agua y de una carga abrasiva. Muchos agregados son más débiles en estado húmedo que secos y el uso del agua en este ensayo mide esta reducción de resistencia en contraste con otros ensayos que se realizan con agregados secos solamente. Proporciona información útil para juzgar la resistencia desgaste/abrasión y durabilidad/solidez de agregados sujetos a abrasión y acción de desintegración con el medio ambiente cuando no existe información adecuada de este tipo de comportamiento.

EQUIPO

- ✓ Máquina de abrasión micro-deval

- ✓ Recipientes cilíndricos

✓ Carga abrasiva

✓ Balanza

✓ Tamices

✓ Horno

PROCEDIMIENTO

Se prepara una muestra seca representativa de 1500 ± 5 g. Se determina la masa de la muestra con aproximación de 1.0 g y se registra esta masa como A.

Se somete la muestra a inmersión en 2.0 ± 0.05 litros de agua del grifo, a $20 \pm 5^\circ$ C, durante un lapso mínimo de una 1 h, ya sea en el recipiente del Micro-Deval o en otro recipiente apropiado.

Se coloca la muestra en el recipiente cilíndrico de abrasión del Micro-Deval con 5000 ± 5 g de esferas de acero y el agua usada para saturar la muestra. Se tapa el recipiente y se coloca sobre la máquina Micro-Deval.

Se procede a rotar la máquina a una velocidad de $100 \text{ rpm} \pm 5 \text{ rpm}$ durante $2 \text{ h} \pm 1 \text{ min}$ para la gradación mostrada en el numeral 7.2; de $105 \pm 1 \text{ min}$ para la gradación mostrada en el numeral 7.3 y de $95 \pm 1 \text{ min}$ para la mostrada en el numeral 7.4.

Si la máquina dispone de un contador de revoluciones, se deberán contar $12\ 000 \pm 100$ revoluciones al ensayar el agregado con la gradación del numeral 7.2; $10\ 500 \pm 100$ con la del numeral 7.3 y 9500 ± 100 con la del numeral 7.4.

Terminado el tiempo de rotación, se vierten cuidadosamente la muestra y las esferas sobre dos tamices superpuestos de 4.75 mm (No. 4) y 1.18 mm (No.16). Se deberá tener el cuidado de vaciar del recipiente cilíndrico toda la muestra. Se lava y manipula el material retenido con agua limpia, con el chorro del grifo y usando la mano o con una manguera de control manual, hasta que el agua de lavado salga clara y se garantice que se haya evacuado todo el material menor a 1.18 mm. Se desecha todo este material menor de 1.18 mm.

Se remueven las esferas de acero inoxidable mediante alguna de las siguientes opciones:

✓ Método húmedo

✓ Método seco

Se pesa la muestra con aproximación 1.0 g y se registra esa masa como B.

CALCULO

Se calcula la pérdida por abrasión Micro-Deval, redondeada al 0,1 %, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de pérdidas} = ((A-B) / A) * 100$$

Desgastes De Los Agregados Por Medio De La Máquina De Los Ángeles Norma Invias

E219-13:

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 mineralogías. Los resultados no brindan automáticamente comparaciones validas 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.

EQUIPO:

- ✓ Balanza

- ✓ Horno

- ✓ Tamices

- ✓ Máquina de los Ángeles

- ✓ Carga abrasiva

PROCEDIMIENTO

Luego de comprobar que el tambor esté limpio, la muestra y la carga abrasiva correspondiente se colocan en la máquina de Los Ángeles y se hace girar el tambor a una velocidad comprendida entre 188 y 208 rad/minuto (30 y 33 rpm) hasta completar 1000 revoluciones (nota 3). La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del tambor y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, empleando un tamiz de abertura mayor al de 1.70 mm (No. 12). La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12), utilizando el procedimiento de la norma INV E-213. El material más grueso que la abertura del tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$), hasta masa constante, y se determina la masa con precisión de 1 g.

Si el agregado está libre de costras o de polvo se puede eliminar la exigencia de lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida en más del 0.2 % del peso de la muestra original. Sin embargo, en el caso de ensayos con fines de referencia o de arbitraje, el procedimiento de lavado es perentorio.

CALCULO

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

$$\% \text{ perdidas} = ((P1-P2) / P1) * 100$$

Evaluación de la dureza de los agregados gruesos por el método de 10% de finos

Norma Invias E224-13:

Esta norma cubre el procedimiento para evaluar la resistencia mecánica de un agregado grueso a la trituración al ser sometido a esfuerzo de compresión, determinando la carga necesaria, para producir en el agregado grueso, un 10 % de finos, que son constituidos por el material que pasa el tamiz de N°8 después de ser sometido a esta prueba.

Este método busca evaluar la resistencia mecánica de un agregado, tomando como parámetro de referencia la carga de compresión necesaria que se debe aplicar al material para que se produzca un 10% de finos producto de la acción mecánica.

EQUIPO:

- ✓ Conjunto de hacer para montar la muestra en el dispositivo de compresión
- ✓ Recipiente cilíndrico
- ✓ Plato de base
- ✓ Pistón
- ✓ Varilla para compactación
- ✓ Balanza

- ✓ Tamices

- ✓ Bandeja

- ✓ Pala

- ✓ Dispositivo para aplicar esfuerzos de compresión

PROCEDIMIENTO

Se coloca el cilindro de ensayo en posición sobre su placa de base y se vierte el espécimen en tres capas sucesivas de una misma altura, aplicando a cada capa 25 golpes con la varilla descrita en el numeral 4.2. Los golpes se deben distribuir uniformemente sobre la superficie de la capa, con una altura de caída de 25 mm (nota 4). Cualquier exceso de material al término de la compactación de la tercera capa, se eliminará enrasando el espécimen con la varilla o con una regla metálica.

Una vez nivelada la superficie del agregado, se inserta el pistón de manera que descansa horizontalmente sobre ella. Hay que tener cuidado para que el pistón no se atranque en el cilindro.

Se coloca el conjunto en posición entre las platinas de la máquina de compresión y se aplica carga con una velocidad lo más uniforme posible, hasta que el pistón alcance la penetración

especificada, en un lapso de $10 \text{ min} \pm 30 \text{ s}$. La penetración especificada depende la naturaleza del agregado que se ensaya.

Al alcanzar la penetración seleccionada en el tiempo previsto, se anota el valor de la carga aplicada en Newton, (f). Se libera la carga y se remueve el material triturado del cilindro de ensayo. Para hacerlo, se sostiene el cilindro sobre una bandeja limpia de masa conocida y se golpea por los lados con el mazo de caucho hasta que las partículas del agregado se aflojen lo suficiente para caer libremente sobre la bandeja. Las partículas que queden adheridas a la parte interior del cilindro, a la placa de base y a la parte inferior del pistón se deben transferir a la bandeja con ayuda del cepillo de cerdas rígidas. Se pesa la bandeja con el agregado y se calcula la masa de agregado usado (M_1), con aproximación a 1 g.

Todo el material recogido en la bandeja se criba en el tamiz de 2.36 mm (No. 8) hasta que no pase ninguna partícula durante un período de 1 minuto (Figura 224 - 5). Se pesan las fracciones pasante y retenida y se anotan sus masas con aproximación a un gramo (M_2 y M_3 , respectivamente). Si la suma $M_2 + M_3$ difiere de M_1 en más de 10 g, se descarta el resultado y se deberá ensayar un nuevo espécimen. Si la relación M_2/M_1 , en porcentaje, no cae entre 7.5 % y 12.5 %, se deberá ensayar un nuevo espécimen ajustando la carga máxima de ensayo (nota 8), para obtener una relación dentro del rango citado.

CALCULO

Se calcula la fuerza F (en kN), redondeada al entero, requerida para producir 10 % de finos en cada espécimen cuyo pasante por el tamiz de 2.36 mm (No.8) se haya encontrado entre 7.5 % y 12.5 %, con la expresión:

$$F = 14f / (M+4)$$

Limpieza Superficial De Las Partículas De Agregados Gruesos: Norma Invias E237-13

El ensayo consiste en separar por lavado, mediante un tamiz de referencia, las partículas menores de 0.5 mm mezcladas o adheridas a la superficie de los agregados gruesos, las cuales se consideran como impurezas. Posteriormente, se calcula el porcentaje en masa seca de la muestra total.

EQUIPO:

- ✓ Horno

- ✓ Tamices

PROCEDIMIENTO

A la porción de muestra para humedad se le determina la masa húmeda, M_h , con aproximación a 1 g; se seca en el horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$) hasta masa constante y se determina ésta con aproximación 1g, M_s . 5.2 Se determina la masa húmeda de la porción de ensayo con aproximación a 1 g, M_{he} . Se coloca la totalidad de la porción sobre el tamiz de

referencia de 500 μm (No. 35) y se lava directamente con agua hasta que ésta salga limpia. Si la cantidad de masa es excesiva para la capacidad del tamiz de referencia, se utiliza el tamiz de 4.75 mm (No. 4) como soporte de la muestra, colocando debajo el de referencia. Se debe cuidar que durante el lavado no se produzcan pérdidas de material por fuera de los tamices.

La totalidad de la porción que ha quedado retenida en el tamiz de referencia, junto con la retenida en el tamiz soporte si éste fue empleado, se recupera cuidadosamente y se seca en el horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$) hasta masa constante; se determina ésta con aproximación de 1 g. A continuación, esta porción de agregado seco se tamiza durante un (1) minuto sobre el tamiz de referencia, recuperando la totalidad del material retenido y se determina la masa con aproximación de 1 g, llamando a esta masa seca “m”.

CALCULO

Se calcula la humedad de la muestra con la expresión:

$$w = (M_h - M_s) / M_s$$

Se calcula la cantidad de masa seca, M_{se} , correspondiente a la porción de muestra de ensayo M_{he} , mediante la ecuación:

$$M_{se} = M_{he} / (1 + w)$$

Densidad O Masa Unitaria Del Suelo En El Terreno Metodo Del Cono De Arena

Norma Invias E161-13:

Este método de ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados, utilizados para construir terraplenes, rellenos viales y rellenos estructurales. Se usa con frecuencia, como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o un porcentaje de densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de las normas INV E-141 o INV E-142.

EQUIPO:

- ✓ Aparato del cono de arena

- ✓ Un frasco

- ✓ Un dispositivo desarmable

- ✓ Una placa de base

- ✓ Arena

- ✓ Balanza

- ✓ Equipo para el secado

- ✓ Equipo misceláneo

PROCEDIMIENTO

Se elige un sitio representativo del área a ser ensayada y se determina la densidad del suelo in- situ, de la siguiente manera:

El volumen del hueco de ensayo depende del tamaño máximo de las partículas del suelo que se ensaya y del espesor de la capa compactada. Los volúmenes de los huecos de ensayo deben ser tan grandes como sea práctico para reducir errores. La profundidad del hueco se debe seleccionar de manera que dé lugar a una muestra representativa del suelo. En los controles de construcción, la profundidad del hueco debe ser, aproximadamente, el espesor de una o más capas compactadas. El procedimiento usado para calibrar la arena debe reflejar esta profundidad del hueco.

Se excava el hueco de ensayo a través del orificio central de la placa de base, teniendo cuidado para no alterar o deformar el suelo alrededor del hueco. Los lados del hueco deberán tener un leve declive hacia adentro y el fondo deberá ser razonablemente plano o cóncavo. El hueco debe quedar tan libre como sea posible de oquedades, partículas sobresalientes y cortes agudos, puesto que pueden afectar la exactitud del ensayo. Los suelos esencialmente granulares requieren un cuidado extremo, pudiendo ser necesario darle al hueco una forma cónica. Se coloca todo el material excavado y cualquier material que se haya aflojado al excavar, en un recipiente hermético, marcado con el número de ensayo para identificación. Se debe tener

cuidado para no perder material. Se protege este material contra la pérdida de humedad hasta que se le determine la masa y se haya obtenido una muestra para determinar su humedad.

Se limpia la pestaña del orificio de la placa de base, se invierte el aparato de cono y arena y se coloca el embudo grande (cono) en el orificio rebordeado, en la misma posición marcada durante la calibración. Se eliminan o reducen al mínimo las vibraciones causadas por el personal o los equipos en el área de ensayo. Se abre la válvula y se deja que la arena llene el hueco, el cono y la placa de base. Es necesario tener cuidado para evitar que el aparato se mueva o vibre cuando la arena esta fluyendo. Cuando la arena deja de fluir, se cierra la válvula.

Se determina la masa del aparato con la arena restante, y se calcula la masa de la arena utilizada.

Se determina y se registra la masa del material húmedo que se retiró del hueco de ensayo.

CALCULO

Se calcula el volumen del hueco:

$$V=(M1-M2) /P1$$

Se calcula la masa seca del material removido:

$$M4= (M3/(w+100)) *100$$

Se calcula la densidad in-situ:

$$P_d = M/V$$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

Norma Invas E410-13:

Este ensayo se refiere a la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/pe³).

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación de concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos y otros usos similares

EQUIPOS

- ✓ Máquina de ensayo

PROCEDIMIENTO

Los ensayos de compresión de especímenes curados en agua se deben hacer inmediatamente después de removerlos del lugar de almacenamiento húmedo.

Los especímenes se deben mantener húmedos, utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de almacenamiento hasta el instante del ensayo. Se deberán ensayar en condición húmeda.

Todos los especímenes para ensayar a una edad determinada

Cuadro 1. Especímenes para ensayar en una edad determinada

EDAD DEL ENSAYO	PLAZO
24 HORAS	0.5 HORAS o 2.1%
3 DÍAS	2 horas o 2,8%
7 DÍAS	6 horas o 3,6%
28 DÍAS	20 horas o 3.0%
90 DÍAS	2 días o 2.2%

Se aplica la carga de compresión hasta que el indicador de carga señale que ella comienza a decrecer progresivamente y el cilindro muestre un patrón de fractura bien definido (tipos 1 a 4 de la Figuras 410 - 3 y 410 - 4). Si se usa una máquina equipada con un detector de rotura del espécimen, no se permitirá apagarla hasta que la carga haya caído a un valor menor de 95 % de la máxima. Cuando se ensayan cilindros con tapas de refrentado no adheridas, puede ocurrir una fractura de esquina antes de alcanzar la capacidad última del espécimen, como lo muestran los tipos 5 y 6 de la Figura 410 - 3; en tal caso, se debe continuar la compresión hasta que se tenga la certeza de haber alcanzado la capacidad última. Se registra la máxima carga soportada por el

cilindro durante el ensayo y se anota el patrón de falla de acuerdo con los esquemas de la Figura 410 - 3, si se ajusta a alguno de ellos. En caso contrario, se deberán elaborar un dibujo y una descripción breve del tipo de fractura producido. Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro fracturado para detectar zonas con vacíos grandes o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del agregado grueso, y se verifica, también, si el refrentado del espécimen se ajustó a lo establecido en las normas INV E-403 o INV E-408, la que corresponda.

CALCULO

Cuando se solicite, la densidad del cilindro se calculará redondeada a 10 kg/m³ (1 lb/pe³), de la siguiente manera:

$$\text{Densidad} = W/V$$

Cuando el volumen se calcula sumergiendo la muestra, se determina con la expresión:

$$v = \frac{w - w_s}{\gamma_w}$$

Extracción Cuantitativa Del Asfalto En Mezclas Caliente Para Pavimentos I.N.V.-732-

13:

El ligante de la mezcla se extrae con tricloroetileno, bromuro de n- propilo o cloruro de metileno, empleando el equipo de extracción aplicable al método particular. El terpeno se puede

emplear en los métodos A o E. El contenido de asfalto se calcula por diferencias a partir de las masas del agregado extraído, del contenido de humedad, y del material mineral en el extracto. El contenido de asfalto se expresa como porcentaje en masa de las mezclas libres de humedad.

EQUIPOS:

APARATO DE EXTRACCIÓN: Consistente en una taza como la mostrada en la figura () y un aparato en el cual se pueda rotar la taza a una velocidad variable y controlada hasta de 3600 rpm. El aparato debe estar provisto de un recipiente para recoger el solvente que escapa de la taza y un desagüe para remover dicho solvente. Es deseable que el aparato disponga de accesorios protectores contra explosiones y estar instalado bajo una campana o un sistema de desfogue superficial efectivo para asegurar la ventilación.

ANILLOS FILTRANTES: De filtro o de papel, para colocar sobre el borde de la taza.

HORNO

RECIPIENTE

BALANZA

PROCEDIMIENTO

Se toma la muestra de la planta asfáltica

Se pesa un aproximado de 1500 g a 1590 g para hacerle la extracción

Se pesa el filtro

Se lleva el filtro y la mezcla asfáltica pesada al extractor

Se le añade 1000ml de gasolina hasta que el color de la gasolina que salga sea igual a la que está entrando

Se saca ya el agregado mineral extraído y se lleva a quemar para después proceder a colocarlo en el horno con el filtro.

Y después de un tiempo se saca del horno y se deja enfriar, se pesa y se procese a hacerse los cálculos para saber el porcentaje de extracción.

CALCULO

El porcentaje de asfalto en relación con la masa total de la porción de ensayo se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de asfalto (\%)} = \frac{(w_1 - w_2) - (w_3 + w_4)}{[w_1 - w_2]} \times 100$$

Dónde: W1: Masa de la porción de ensayo;

W2: Masa del agua en la porción de ensayo;

W3: Masa del agregado mineral extraído;

W4: Masa del material mineral en el extracto.

4.2 Registro fotográfico de ensayos

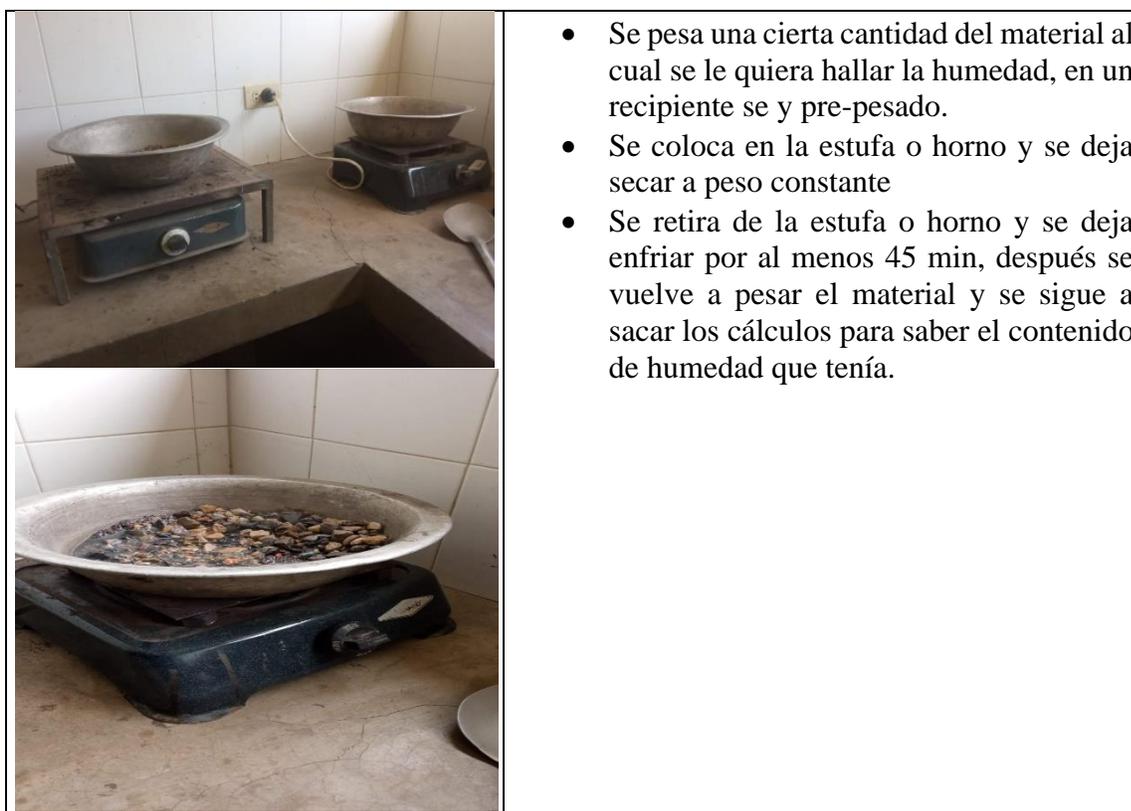
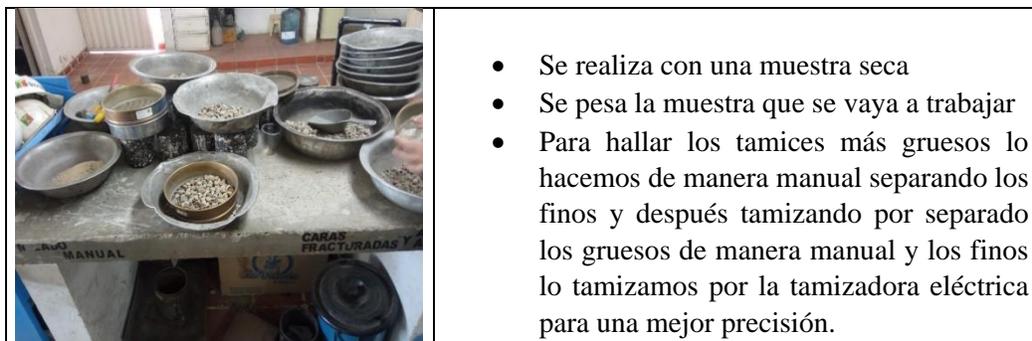
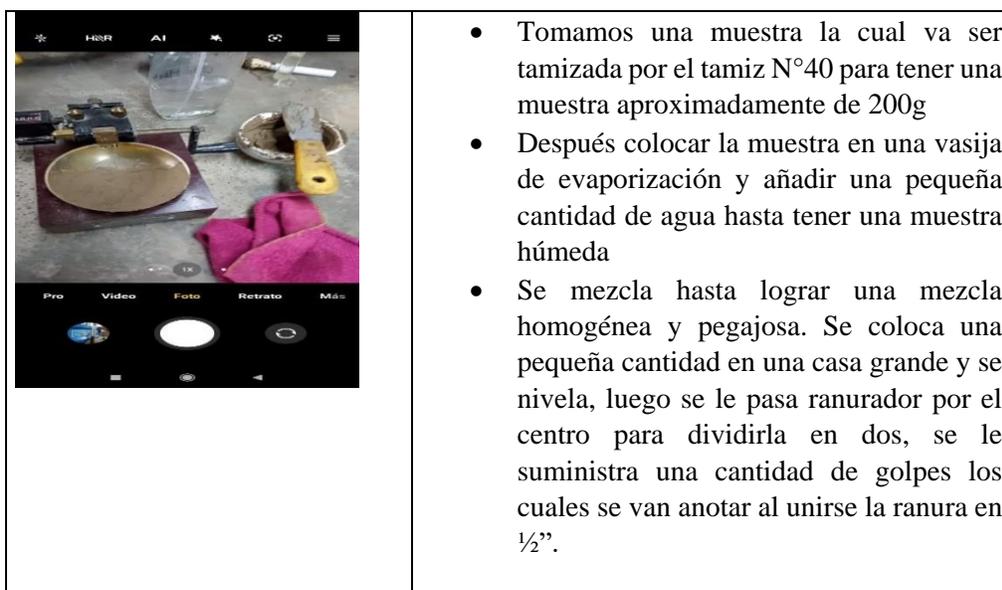


Figura 3. **Ensayo de Humedad Natural**



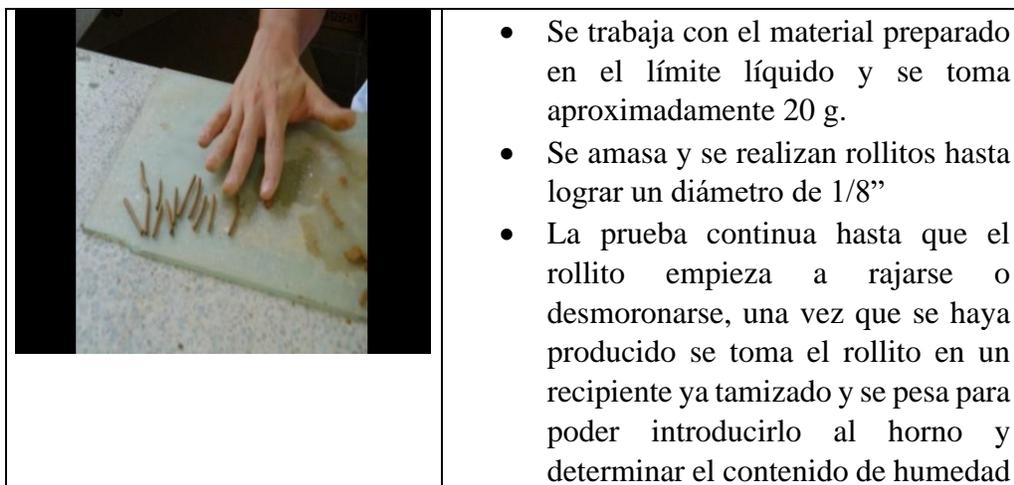
- Se realiza con una muestra seca
- Se pesa la muestra que se vaya a trabajar
- Para hallar los tamices más gruesos lo hacemos de manera manual separando los finos y después tamizando por separado los gruesos de manera manual y los finos lo tamizamos por la tamizadora eléctrica para una mejor precisión.

Figura 4. Ensayo de Granulometría



- Tomamos una muestra la cual va ser tamizada por el tamiz N°40 para tener una muestra aproximadamente de 200g
- Después colocar la muestra en una vasija de evaporización y añadir una pequeña cantidad de agua hasta tener una muestra húmeda
- Se mezcla hasta lograr una mezcla homogénea y pegajosa. Se coloca una pequeña cantidad en una casa grande y se nivela, luego se le pasa ranurador por el centro para dividirla en dos, se le suministra una cantidad de golpes los cuales se van anotar al unirse la ranura en $\frac{1}{2}$ ".

Figura 5. Ensayo de Limite liquido



- Se trabaja con el material preparado en el límite líquido y se toma aproximadamente 20 g.
- Se amasa y se realizan rollitos hasta lograr un diámetro de $\frac{1}{8}$ "
- La prueba continua hasta que el rollito empieza a rajarse o desmoronarse, una vez que se haya producido se toma el rollito en un recipiente ya tamizado y se pesa para poder introducirlo al horno y determinar el contenido de humedad

	<ul style="list-style-type: none"> • Se vuelve a repetir tomando otra porción del suelo y el límite plástico es el promedio de ambas determinaciones.
--	--

Figura 6. **Ensayo de Limite Plástico**

	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la placa base de 6" de diámetro en el suelo • Luego se debe iniciar la excavación con el cincel hasta alcanzar un aproximado de 15 cm de profundidad sobre el círculo de la plantilla. • Luego colocar todo el material extraído en un recipiente y pesarlo en la balanza. • Después se pesa el cono de arena y ahí si se coloca en el agujero y se deja llenar, ya cuando está lleno se vuelve a pesar el cono de arena para saber el volumen que tenía el agujero y recogemos la arena sin contaminarla para otro ensayo. • El material extraído lo tamizamos por $\frac{3}{4}$ y pesamos el material retenido • Y se halla la humedad con una porción del material extraído y con el equipo de húmeda se miran el porcentaje, después se prosigue a calcular la densidad del terreno con ya los datos tomados. <p>Una vez extraída la muestra del suelo se procede a realizar el debido almacenaje de la misma para que la muestra no se vea alterada por agentes externos</p>
---	---

Figura 7. **Densidad de Campo**

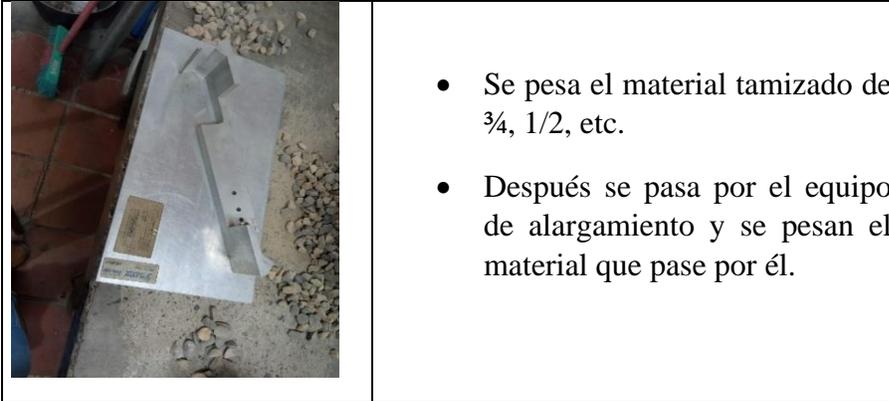


Figura 8. Índice de alargamiento

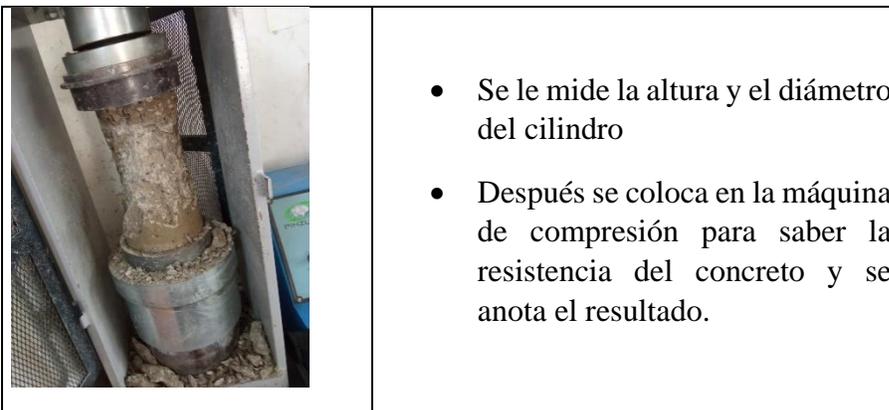


Figura 9. Resistencia a la compresión

5. Conclusiones

La información que aparece en este informe es de propiedad de la empresa TRANSIVIC S.A.S lo cual en ningún momento terceras personas pueden hacer uso de los mismos.

Se cumplió con la realización de las actividades como son la elaboración de los ensayos ya presentes; humedad, densidad, granulometría, extracción y demás.

Cada equipo presente en el laboratorio de suelos, cuenta con la respectiva aprobación y certificación de calibración correspondiente, asegurando la validez y certificación de los resultados.

La realización de los ensayos se hizo de acuerdo a las normas INVIAS-13.

Se siguen los lineamientos descritos en las normas y se registran los datos en formatos que posee la empresa, para luego entregárselos al ingeniero jefe del laboratorio, quien será el encargado de revisarlos.

En el momento de presentar una inconsistencia, en la información, el ingeniero lo hace saber para tomar los correctivos pertinentes

6. Recomendaciones

Se recomienda para el buen funcionamiento del laboratorio llevar un mayor control en las actividades que realiza el personal respecto a la utilización adecuada de los equipos ya que al tener un mayor control en esto se podría cuidar y no dejar que se deterioren.

Ubicar las muestras en una forma ordenada en el salón, para que no obstaculicen el libre movimiento, y se consiga un mayor orden y limpieza, además al finalizar el ensayo se debe dejar tanto los instrumentos como el área limpia.

Se recomienda al estudiante tener conocimiento de manejo de calidad, la dosificación de material y de más aspectos de un proceso constructivo vial.

Cuidar los equipos, especialmente, el tamiz #200, ya que se rompe fácilmente, por lo cual no debemos sobrecargarlo de material al momento de realizar dicha labor, Limpieza del área de trabajo, para una mejor disposición del espacio.

Mantener las normas de seguridad en el trabajo, para evitar accidentes laborales, cómo son botas de seguridad, guantes, gafas.

Referencias

Cáceres Cárdenas, C. (1996). *Pavimentos*. Universidad de Medellín

Fredik, M. (1995). *Manual del Ingeniero Civil*. Santa Fe de Bogotá. Editorial Mc Graw Hill. 3 Edición.

Gomez, V. (2005). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander*. Trabajo de grado Tecnólogo en Obras, Cúcuta.

Merrit, F. (1998). *Manual del Ingeniero Civil*. Santa Fe de Bogotá: Mc Graw Hill

Ministerio del Transporte, (s.f.). *Instituto Nacional de Vías - INVÍAS*. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

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

Piedrahita, J. (2004). *Asistente Técnico Administrativo de proyectos del Laboratorio de Suelos Civiles*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.